



**LAPORAN HASIL  
PENELITIAN PENGUATAN PROGRAM STUDI**

**Penerapan teknologi dalam meningkatkan pengelolaan penyediaan air pada pelanggan  
badan pengelola sarana air bersih & sanitasi (BPSAB&S) Sumber Maron, Desa  
Karangsuko, Kecamatan Pagelaran, Malang**

**Sub Judul : Penerapan metode SOM untuk Klustering pelanggan (BPSAB&S) Sumber  
Maron, Desa Karangsuko, Kecamatan Pagelaran, Malang**

**Disusun oleh:  
Fresy Nugroho, S.T., M.T**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2015**

**LAPORAN HASIL  
PENELITIAN PENGUATAN PROGRAM STUDI**

**Penerapan teknologi dalam meningkatkan pengelolaan penyediaan air pada pelanggan  
badan pengelola sarana air bersih & sanitasi (BPSAB&S) Sumber Maron, Desa  
Karangsuko, Kecamatan Pagelaran, Malang**

**Sub Judul : Penerapan metode SOM untuk Klustering pelanggan (BPSAB&S) Sumber  
Maron, Desa Karangsuko, Kecamatan Pagelaran, Malang**

**Disusun oleh:  
Fresy Nugroho, S.T., M.T**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2015**



## PROPOSAL PENELITIAN PENGUATAN PROGRAM STUDI

1. Judul Penelitian	:	Penerapan Teknologi Dalam Meningkatkan Pengelolaan Penyediaan Air pada Pelanggan Badan Pengelola Sarana Air Bersih & Sanitasi (BPSAB&S) Sumber Maron, Desa Karangsuko, Kecamatan Pagelaran, Malang
2. Ketua Peneliti	:	Fachrul Kurniawan, M.MT.
3. Peneliti dan Sub Judul Penelitian	:	Fachrul Kurniawan, M.MT. Penerapan Aplikasi GIS untuk Pelanggan Badan Pengelola Sarana Air Bersih & Sanitasi (BPSAB&S) Sumber Maron, Desa Karangsuko, Kecamatan Pagelaran, Malang
	:	Fresy Nugroho, M.T. Penerapan Metode SOM untuk Klustering Pelanggan Badan Pengelola Sarana Air Bersih & Sanitasi (BPSAB&S) Sumber Maron, Desa Karangsuko, Kecamatan Pagelaran, Malang
	:	Yunifa Miftachul Arif, M.T. Rancang Bangun Kran Otomatis untuk Penghematan air pada Pelanggan Badan Pengelola Sarana Air Bersih & Sanitasi (BPSAB&S) Sumber Maron, Desa Karangsuko, Kecamatan Pagelaran, Malang
	:	Gianto Widodo Penerapan Aplikasi Transaksi Keuangan untuk Pelanggan Badan Pengelola Sarana Air Bersih & Sanitasi (BPSAB&S) Sumber Maron, Desa Karangsuko, Kecamatan Pagelaran, Malang
4. Bidang Ilmu (penelitian)	:	Teknik Informatika
5. Nama Mahasiswa	:	1. Ahmad Zulianto NIM. 11650072
	:	2. Satriyo Hananto NIM. 11650017
	:	3. Moch Ryan Effendi NIM. 10650033
	:	4. Ahmad Siddiq NIM. 12650085
6. Jurusan	:	Teknik Informatika
7. Lama Kegiatan	:	6 Bulan
8. Biaya yang diusulkan	:	Rp. 11.000.000,-

Malang, 14 Desember 2015

Disahkan oleh  
Dekan,  
Fakultas Sains dan Teknologi



Dr. Hj. Bayyinatul M., M.Si  
NIP. 19710919 200003 2 001

Peneliti,

Fresy Nugroho, M.T.  
NIP. 19710722 201101 1 001

Ketua LP2M,  
UIN Maulana Malik Ibrahim Malang



Dr. Hj. Mufidah Ch., M.Ag.  
NIP. 196009101989032001

## ABSTRAK

Klustering pelanggan, baik berdasarkan jenis mata pencaharian, jumlah keluarga dalam satu KK, pendapatan tiap KK, lokasi pelanggan, dan status pelanggan dalam melakukan pembayaran. Hal ini dilakukan untuk memudahkan pengelompokan pelanggan, sehingga memudahkan pengambil keputusan dalam menentukan kebijakan di masa mendatang..

Luaran dari klustering pelanggan terdiri dari ke-aktif-an membayar, ketekunan dan kemauan merawat instalasi air bersih. Namun permasalahan yang dihadapi oleh pengelola Badan Pengelola Sarana Air Bersih & Sanitasi (BPSAB&S) Sumber Maron adalah masih terdapatnya kendala dalam membedakan ketiganya. Solusi yang ditawarkan adalah dengan membuat pengelompokan atas kemiripan tersebut menggunakan *Self Organized Map*.

Penelitian ini diawali dengan *preprocessing* pelanggan kemudian dibedakan berdasarkan indikator jenis mata pencaharian dan yang terakhir menentukan *Region of Interest* status pelanggan dalam melakukan pembayaran, waktu pembayaran, kemampuan pelanggan terhadap pemeliharaan air bersih. Setelah perilaku pelanggan disegmentasi, berikutnya dikelompokkan dengan menggunakan metode *Self Organized Map* ke-aktif-an membayar, ketekunan dan kemauan merawat instalasi air bersih.

Kata kunci : Klustering, *Self Organized Map*, pelanggan air bersih, ke-aktif-an membayar, ketekunan dan kemauan merawat instalasi air bersih

## DAFTAR ISI

BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.5 Orisinalitas Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1. State of The Art	10
2.2. Tinjauan Kebijakan Sumber Daya Air Minum	10
2.3. Sumber Daya Air	14
2.4. Kajian Dampak Permasalahan Air	24
2.5. Kebutuhan Air	25
2.6. Knowledge Discovery in Database	29
2.7. Analisis Cluster	30
2.8. Self Organizing Maps (SOM)	31
2.9. Validitas Cluster	32
BAB III METODE PENELITIAN	34
3.1 Metoda Yang Diusulkan	34
3.2 Lokasi Penelitian	34
3.3 Data mining	37
3.4 Algoritma	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	42
4.1. Indeks Davies Bouldin	42
4.2 DBI Terbaik	42
4.3 Deskripsi Clustering Terbaik	43
4.4 Kelompok Pelanggan	45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	49
5.1 Kesimpulan	49
5.2 Saran	49
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

## BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Pembangunan kesehatan pada periode 2015-2019 adalah Program Indonesia Sehat dengan sasaran meningkatkan derajat kesehatan dan status gizi masyarakat melalui upaya kesehatan dan pemberdayaan masyarakat yang didukung dengan perlindungan finansial dan pemerataan pelayanan kesehatan. Sasaran pokok RPJMN 2015-2019 adalah: (1) meningkatnya status kesehatan dan gizi ibu dan anak; (2) meningkatnya pengendalian penyakit; (3) meningkatnya akses dan mutu pelayanan kesehatan dasar dan rujukan terutama di daerah terpencil, tertinggal dan perbatasan; (4) meningkatnya cakupan pelayanan kesehatan universal melalui Kartu Indonesia Sehat dan kualitas pengelolaan SJSN Kesehatan, (5) terpenuhinya kebutuhan tenaga kesehatan, obat dan vaksin; serta (6) meningkatkan responsivitas sistem kesehatan.

Kementerian Kesehatan menetapkan dua belas sasaran strategis yang di cantumkan dalam Rencana Strategis Kementerian Kesehatan Tahun 2015-2019, berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia HK.02.02/MENKES/52/2015. Dua belas sasaran strategis tersebut dikelompokkan menjadi tiga, yaitu (1) kelompok sasaran strategis pada aspek input (organisasi, sumber daya manusia, dan manajemen); (2) kelompok sasaran strategis pada aspek penguatan kelembagaan; dan (3) kelompok sasaran strategik pada aspek upaya strategik.

Pada kelompok sasaran strategik pada aspek upaya strategik, upaya yang dilakukan adalah meningkatkan kesehatan lingkungan. Untuk mencapai hal ini, perlu dilakukan penyehatan lingkungan. Strategi yang diterapkan dalam penyehatan lingkungan berupa penguatan POKJA Air Minum dan Penyehatan Lingkungan (AMPL) melalui pertemuan jejaring AMPL, pembagian peran SKPD dalam mendukung peningkatan akses air minum dan sanitasi.

Air merupakan unsur yang vital untuk kehidupan manusia. Seseorang tidak dapat bertahan hidup tanpa air, karena itu air merupakan salah satu kebutuhan pokok dalam kelangsungan hidup bagi manusia. Ketersediaan sumber daya air di Indonesia ini begitu melimpah, namun yang dapat dikonsumsi untuk keperluan air minum sangatlah sedikit. Menurut Triadmojo (2008) dari total jumlah air yang ada, hanya 5% saja yang dapat dimanfaatkan sebagai air minum, sedangkan sisanya adalah air yang tidak dapat dikonsumsi sebelum dilakukan pengolahan lebih lanjut. Selain itu, kecenderungan yang terjadi sekarang ini adalah berkurangnya ketersediaan air bersih.

Seiring dengan meningkatnya jumlah populasi, semakin besar pula kebutuhan akan air minum, sehingga ketersediaan air bersih pun semakin tidak mencukupi kebutuhan. Menurut Jacques Diouf, Direktur Jenderal Organisasi Pangan dan Pertanian Dunia (FAO), saat ini penggunaan air di dunia naik dua kali lipat lebih dibandingkan dengan satu abad yang lalu, namun ketersediaannya justru menurun. Akibatnya, terjadi kelangkaan air yang harus ditanggung oleh lebih dari 40% penduduk bumi. Kondisi ini akan kian parah menjelang tahun 2025 karena 1,8 miliar orang akan tinggal di kawasan yang mengalami kelangkaan air. Kekurangan air telah berdampak negatif terhadap semua sektor, termasuk kesehatan. Tanpa adanya air minum yang higienis mengakibatkan 3.800 anak meninggal tiap hari oleh berbagai penyakit yang berkaitan dengan air minum yang tidak higienis (Said, 2008).

Kerusakan lingkungan merupakan salah satu penyebab berkurangnya sumber air bersih. Intrusi air laut ke daratan akan menyebabkan terkontaminasinya air tanah yang ada di bawah permukaan tanah. Pembuangan sampah yang sembarangan di sungai juga menyebabkan air sungai menjadi kotor dan tidak sehat untuk digunakan. Diperkirakan, 60% sungai terutama di Kelompok Pelanggan 9-12, Kelompok Pelanggan 1,2,3,6,7, Bali, dan Kelompok Pelanggan 15,16, tercemar berbagai limbah, mulai dari bahan organik hingga bakteri coliform dan fecal coli yang menjadi penyebab diare (Samekto, 2010). Menurut data Departemen Kesehatan Tahun 2011 terjadi 45 juta kasus diare yang menyebabkan seperlima diantaranya meninggal dunia. Selain itu, adanya pembabatan hutan dan penebangan pohon yang mengurangi daya resap tanah terhadap air turut serta pula dalam menambah berkurangnya pasokan untuk air bersih ini.

Dalam rangka memenuhi kebutuhan pangan nasional dan meminimalkan perbedaan distribusi pengembangan sumber daya air di daerah-daerah, maka Pemerintah telah melaksanakan serangkaian usaha terus menerus seperti pemerataan distribusi air yang dapat langsung dirasakan oleh masyarakat dalam memenuhi kebutuhan air untuk irigasi maupun air baku air minum. Penyediaan air bersih bagi masyarakat erat kaitannya dengan tingkat kesehatan masyarakat, serta secara tidak langsung berdampak pada pertumbuhan ekonomi. Namun yang menjadi kendala sekarang adalah pengelolaan sumber daya air yang kurang optimal yang mengakibatkan tidak meratanya penyebaran air. Beberapa kendala yang masih dihadapi dalam penyediaan air antara lain yaitu tingkat pelayanan air bersih yang masih rendah, kualitas air baku dan kuantitas yang sangat fluktuatif pada musim hujan dan musim kemarau.



Penyediaan air bersih untuk masyarakat masih dihadapkan pada berbagai permasalahan yang sampai saat ini belum dapat terpenuhi kebutuhannya. Untuk melaksanakan ketentuan pasal 40 Undang-Undang Nomor 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air, Pemerintah telah menerbitkan Peraturan Pemerintah (PP) No.16 Tahun 2005 tentang Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum sebagai upaya memperbaiki pelayanan air minum masyarakat. Pengembangan SPAM menjadi tanggung Kelompok Pelanggan 1,2,3,6,7b Pemerintah dan Pemerintah Daerah untuk menjamin hak setiap orang dalam mendapatkan air minum bagi kebutuhan pokok minimal sehari-hari guna memenuhi kehidupan yang sehat, bersih, dan produktif. Sedangkan untuk penyelenggaranya dilakukan oleh BUMN atau BUMD yang dibentuk secara khusus untuk pengembangan SPAM. Penanganan air minum di Kabupaten Malang dilaksanakan oleh Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Malang yang menjadi tupoksinya untuk non perpipaan dan PDAM Kabupaten Malang untuk pelayanan air minum perpipaannya sekaligus sebagai penyelenggaranya.

Kebutuhan air minum domestik dan non domestik saat ini bersumber dari air permukaan dan air tanah. Kebutuhan air penduduk yang ada di Kabupaten Malang dilayani oleh PDAM Kabupaten Malang terutama untuk wilayah Kota Malang. Jumlah pelanggan PDAM Malang Tahun 2011 sebesar 16.608 SR. Sementara cakupan pelayanan PDAM Malang Tahun 2011 baru mencapai 21,60%. Sedangkan 78,40% lainnya diasumsikan menggunakan air sumur dangkal dan sumber lain (Profil PDAM Kabupaten Malang, 2011).

Meningkatnya jumlah penduduk dan kebutuhan lahan permukiman serta kegiatan lainnya (budidaya) memerlukan peningkatan persediaan sumber daya air. Saat ini sumber daya air di Kabupaten Malang cukup sulit diperoleh baik air permukaan maupun air tanah, sementara tingkat konsumsi dari hari ke hari semakin meningkat. Dengan demikian, diperlukan upaya-upaya dan strategi untuk memenuhi kebutuhan air minum masyarakat.

Di seluruh wilayah Kabupaten Malang, tersebar pula sumber-sumber air yang dimanfaatkan untuk air minum dan irigasi. Namun sekali lagi, karena curah hujan di Kabupaten Malang yang relatif rendah, ditambah dengan manajemen operasi dan pemeliharaan yang kurang, mengakibatkan sebagian besar sumber air tersebut kering.

Kondisi beberapa mata air di Kabupaten Malang cenderung mengalami penurunan debit. Salah satunya adalah Sumber Semen di Kecamatan Sale. Berdasarkan data yang diperoleh dari pengamatan lapangan oleh PDAM Kabupaten Malang, debit Sumber

Semen Sale menunjukkan penurunan dari tahun ke tahun. Pengamatan pada tahun 1996 debit air tercatat 1.000 liter/detik, sedangkan pada tahun 2010 telah turun menjadi berkisar antara 400-500 liter/detik (Bagian Teknis PDAM Kabupaten Malang, 2011).

Berlanjutnya pasokan air suatu wilayah setidaknya akan memenuhi tiga syarat yaitu kualitas, kuantitas dan kontinuitas. Berdasarkan pada kondisi eksisting Kabupaten Malang dilihat dari ketiga aspek tersebut serta diperkuat oleh data sekunder yang dikumpulkan dan pengamatan di lapangan adalah sebagai berikut (Bagian Teknis PDAM Kabupaten Malang, 2011):

- a) Aspek kualitas, sumber potensial di Kabupaten Malang adalah embung dan mata air dengan kondisi sangat terbatas. PDAM Malang dapat dimanfaatkan sumber air tersebut dengan cara mengolah terlebih dahulu dengan biaya yang cukup mahal. Pengolahan harus dilakukan karena kondisi air baku memiliki kualitas kurang baik terlebih pada sumber air embung pada musim kemarau yang tidak memiliki suplai tetap, maka air baku akan cenderung diam dan menjadi sulit diolah karena tumbuhnya plankton yang berlebihan.
- b) Aspek kuantitas, belum tercukupinya kebutuhan seluruh masyarakat Kabupaten Malang akan air bersih dengan data cakupan pelayanan PDAM Kabupaten Malang sebesar 21,60%, maka dapat disimpulkan bahwa 78,40% masyarakat Kabupaten Malang masih menggunakan air sumur dan sumber lain.
- c) Aspek kontinuitas, kondisi pasokan air di Kabupaten Malang jelas tidak kontinu karena masih tergantung pada beberapa hal kebijakan dan termasuk faktor musim.

Konsep dasar penelitian adalah merumuskan strategi optimalisasi sumber daya air Kabupaten Malang yang dapat memenuhi kebutuhan air bagi masyarakat Kabupaten Malang setidaknya hingga Tahun 2032.

Namun demikian, program peningkatan akses air minum yang dicanangkan oleh Kementerian Kesehatan masih belum menjamin masyarakat terutama di pedesaan dalam menikmati pelayanan air bersih.

Di daerah pedesaan masih banyak penduduk yang tergantung pada sumber air minum tradisional, dengan kondisi, tidak memenuhi persyaratan kualitas untuk dapat dikonsumsi secara langsung, sulit dijangkau dan secara kuantitas tidak dapat mencukupi kebutuhan akan air bersih bagi masyarakat desa. Hal ini didukung dengan temuan Kementerian Kesehatan yaitu : persentase rumah tangga dengan akses air minum yang layak meningkat dari 47,7 % pada tahun 2009 menjadi 55,04% pada tahun 2011. Angka ini mengalami penurunan menjadi 41,66% pada tahun 2012, akan tetapi kemudian

meningkat lagi menjadi 66,8% pada tahun 2013. Kondisi membaik ini mendekati angka target 68% pada tahun 2014. Hal ini akan lebih dapat ditingkatkan bila disertai dengan dukungan penyediaan air minum swadaya masyarakat.

Salah satu daerah yang masih mengalami kesulitan dalam penyediaan air minum adalah desa Karangsuko kecamatan Pagelaran Kabupaten Malang Propinsi Kelompok Pelanggan 1,2,3,6,7 Timur, sesuai penuturan ketua Tim Kerja Masyarakat (TKM), Sayid Muhammad, yang ikut menginisiasi pembentukan HIPAM di Karangsuko, hingga berubah nama menjadi Badan Pengelola Sarana Air Bersih & Sanitasi (BPSAB&S) Sumber Maron, walaupun desa Karangsuko dekat dengan mata air berlimpah, yaitu mata air Sumber Maron. (Radar Malang, 2015).

Menurut penelitian Mokhtar dkk, 2013, serta wawancara dengan Sayid Muhammad terungkap bahwa saat ini yang sudah menikmati air bersih sudah mencapai 1150 KK, namun masih ada 3903 KK di Desa Karangsuko, Desa Sukosari, Desa Panggungrejo, Desa Gondanglegi Kulon dan Perumahan Kanjuruhan yang belum terlayani air bersih, karena keterbatasan kapasitas pompa air dan jaringan air bersih. Sehubungan dengan jumlah pelanggan yang telah mencapai 1150 KK, dan diperkirakan masih akan berkembang lagi, maka peneliti memandang perlu dilakukan klustering pelanggan, baik berdasarkan jenis mata pencaharian, jumlah keluarga dalam satu KK, pendapatan tiap KK, lokasi pelanggan, dan status pelanggan dalam melakukan pembayaran. Hal ini dilakukan untuk memudahkan pengelompokan pelanggan, sehingga memudahkan pengambil keputusan dalam menentukan kebijakan di masa mendatang. Terutama kebijakan tentang tarif dan biaya pemasangan instalasi air bersih khususnya untuk pelanggan baru.

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

## 2.1. State of The Art

Jaringan Kohonen sering pula digunakan untuk ekstraksi ciri (*feature*) pada proses awal pengenalan pola. Ia mampu mereduksi dimensi input pola ke jumlah yang lebih sedikit sehingga pemrosesan komputer menjadi lebih hemat. Da Silva melakukan *clustering learning objects* dengan *Self Organizing Maps* (SOM)[3]. Jaringan syaraf tiruan Kohonen SOM juga digunakan untuk memetakan *uncover automobile bodily injury claims Fraud* [4]. Mahonen menggunakan jaringan Kohonen untuk mengklasifikasikan bintang dan galaksi [15]. Gopalakrishnan menggunakan jaringan Kohonen *Self Organizing Maps* untuk analisis *cluster* dan visualisasi dengan sampel bahan-bahan Var-3 [7]. Budi menggunakan jaringan syaraf tiruan SOM untuk *cluster analysis* dalam pemetaan talenta pemain basket [2]. Sementara Warsito menggunakan jaringan Kohonen untuk *clustering* data pencemaran udara sektor industri di Kelompok Pelanggan 1,2,3,6,7 Tengah [21]. Sedangkan Ryandana mengembangkan system perekomendasi peminjaman buku[16].

## 2.2 Tinjauan Kebijakan Sumber Daya Air Minum

Tinjauan kebijakan sumber daya air minum ini akan menguraikan mengenai kebijakan-kebijakan yang berkaitan dengan sumber daya air minum, ditinjau tinjauan kebijakan nasional dan tinjauan kebijakan wilayah. Berikut ini adalah uraiannya.

### 2.2.1. Tinjauan Kebijakan Nasional

Menurut Permen PU No.20 Tahun 2006, Tahun 2004 penduduk Indonesia yang telah memiliki akses terhadap air minum yang aman baik melalui sistem perpipaan maupun non perpipaan telah mencapai 55,43%. Sesuai kriteria MDG, diharapkan pada tahun 2015 tingkat akses terhadap air minum aman dapat mencapai 80% atau sekitar 196 juta jiwa dari 246 juta jiwa penduduk dengan sistem perpipaan sebesar 48% dan nonperpipaan terlindungi sebesar 32%. Untuk lebih jelasnya mengenai target *Millenium Development Goals* (MDG) di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 2. sebagai berikut:

Tabel 1. Target Cakupan Pelayanan MDG hingga 2015

TARGET	1990	2004	2009	2015
--------	------	------	------	------



Cakupan RPJMN – Perpipaan (%)	-	18	40	-
Cakupan MDG-Nasional (%)	42,29	55,43	67	80
- Cakupan MDG Perkotaan (%)	62,70	61,69	73	87
- Cakupan MDG Perdesaan (%)	35,84	50,27	60	72
Cakupan MDG-Perpipaan (%)	14,11	17,96	32	48
- Cakupan MDG-Perpipaan Perkotaan (%)	37,75	32,84	49	47
- Cakupan MDG-Perpipaan Perdesaan (%)	5,57	6,95	15	20
Cakupan MDG-Nonpipa Terlindungi (%)	28,18	37,47	33	32
- Cakupan MDG-Nonpipa Terlindungi Perkotaan (%)	24,95	28,85	25	15
- Cakupan MDG-Nonpipa Terlindungi Perdesaan (%)	30,27	43,32	45	24
Cakupan Nonpipa Tidak Terlindungi (%)	55,71	44,57	33	20
- Cakupan Nonpipa Tidak Terlindungi Perkotaan (%)	37	38	27	13
- Cakupan Nonpipa Tidak Terlindungi Perdesaan (%)	64	50	40	28
Cakupan MDG Nasional – Perpipaan dan Non-perpipaan (Juta Jiwa)	75,86	120,3	158	202
Cakupan RPJMN Nasional – Perpipaan (Juta Jiwa)	-	38,99	98,7	-

Sumber: Permen PU No.20, 2006

Memperhatikan kebutuhan peningkatan cakupan, kecepatan pelaksanaan dan kemampuan investasi di atas, maka untuk mengejar sasaran cakupan pelayanan MDG 2015 serta untuk memenuhi sasaran RPJMN 2010-2014, 40% perpipaan perlu kebijakan dan strategi nasional untuk menyelaraskan peningkatan pembangunan dari non-perpipaan tidak terlindungi menjadi non-perpipaan terlindungi dan dari non-perpipaan khususnya non-perpipaan terlindungi menjadi perpipaan. Arahan strategi pencapaian sasaran RPJMN dan MDG meliputi:

1. Sasaran pencapaian RPJMN Tahun 2009 dimaknai sebagai sasaran antara (interim target) mencapai sasaran MDG Tahun 2015, meskipun disadari bahwa pencapaian sasaran RPJMN sangat berat dibandingkan pencapaian sasaran MDG 2015 karena keterbatasan waktu dan sumber daya.
2. Sasaran peningkatan pelayanan air minum melalui sistem perpipaan menjadi 48% pada tahun 2015 diimbangi dengan penurunan jumlah non-perpipaan tidak terlindungi. Sasaran pengembangan SPAM untuk keseluruhan (perkotaan dan perdesaan) sistem penyediaan air minum melalui perpipaan, nonperpipaan terlindungi, dan nonperpipaan tidak terlindungi antara lain sebagai berikut:
3. Peningkatan cakupan pelayanan melalui sistem perpipaan yang semula 17,96% pada tahun 2004 menjadi paling tidak berkisar antara 32%-40% pada tahun 2009 dan selanjutnya terus diupayakan meningkat menjadi 48% pada tahun 2015.
4. Penurunan persentase penggunaan SPAM melalui sistem non-perpipaan tidak terlindungi menjadi sistem non-perpipaan terlindungi dan sistem perpipaan dari 45% pada tahun 2004 menjadi 33% pada tahun 2009 dan 20% pada tahun 2015.

Penurunan persentase cakupan pelayanan air minum dengan sistem non-perpipaan terlindungi dari tahun 2004 sebesar 37,47% menjadi 32% pada tahun 2015.

5. Penurunan kawasan rawan air tercermin dari penurunan jumlah non-perpipaan tidak terlindungi sebesar 45% pada tahun 2004 menjadi sebesar 35% pada tahun 2009 dan 20% pada tahun 2015.

Dari data yang diperoleh dari PDAM Kabupaten Malang, cakupan pelayanan pada Tahun 2009 adalah 18,82%; Tahun 2010 adalah 21,22%; Tahun 2011 adalah 21,60% dan Tahun 2012 adalah 21,90%. Melihat kondisi eksisting Kabupaten Malang pada Tahun 2010, masih jauh dari harapan yang hendak dicapai sesuai dengan MDG's 2015 yaitu 47% untuk perkotaan dan 20% untuk pedesaan. Dengan mengimplementasikan strategi sumber daya air yang akan dikaji ini akan dapat mencukupi kebutuhan air yang tidak dapat dilayani oleh pemerintah.

#### **2.2.1.1. Sasaran Kebijakan**

Mengacu pada Peraturan Pemerintah No.16/2005 dan peraturan lainnya serta skenario pengembangan SPAM, Sasaran dari Kebijakan dan Strategi Nasional Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) melalui perpipaan, nonperpipaan terlindungi, antara lain sebagai berikut:

- Terwujudnya pengelolaan dan pelayanan air minum yang berkualitas dengan harga terjangkau dengan peningkatan cakupan pelayanan melalui sistem perpipaan yang semula 18% pada tahun 2004 menjadi 32% pada tahun 2009 dan selanjutnya meningkat menjadi 60% pada tahun 2015.
- Tercapainya peningkatan efisiensi dan cakupan pelayanan air dengan menekan tingkat kehilangan air direncanakan hingga pada angka 20% dengan melibatkan peran serta masyarakat dan dunia usaha.
- Penurunan persentase cakupan pelayanan air minum dengan sistem nonperpipaan terlindungi dari tahun 2004 sebesar 37.47% menjadi 33% pada tahun 2009 dan 20% pada tahun 2015, sehingga persentase penggunaan SPAM melalui sistem non-perpipaan tidak terlindungi semakin menurun dari tahun ke tahun.
- Pembiayaan pengembangan SPAM meliputi pembiayaan untuk membangun, memperluas serta meningkatkan sistem fisik (teknik) dan sistem nonfisik. Dalam hal pemerintah daerah tidak mampu melaksanakan pengembangan SPAM, Pemerintah dapat memberikan bantuan pendanaan sampai dengan pemenuhan standar pelayanan minimal sebesar 60 L/o/h yang dibutuhkan secara bertahap;

Bantuan Pemerintah diutamakan untuk kelompok masyarakat berpenghasilan rendah dan miskin.

- Tercapainya kepentingan yang seimbang antara konsumen dan penyedia jasa pelayanan.

#### **2.2.1.2. Kebijakan Dan Strategi Pengembangan SPAM**

Kebijakan pengembangan SPAM dirumuskan dengan menKelompok Pelanggan 1,2,3,6,7b isu strategis dan permasalahan dalam pengembangan SPAM. Secara umum kebijakan dibagi menjadi lima kelompok yaitu berdasarkan kelompok kebijakan yang telah dirumuskan di atas, ditentukan arahan kebijakan sebagai dasar dalam mencapai sasaran pengembangan SPAM yang diarahkan juga untuk memenuhi sasaran MDG baik jangka pendek tahun 2009 maupun jangka panjang 2015. Bagan alir pendekatan perumusan kebijakan dan strategi SPAM, serta sasaran yang akan dicapai dipaparkan pada bagian lampiran. Adapun arahan kebijakan adalah:

1. Peningkatan cakupan dan kualitas air minum bagi seluruh masyarakat Indonesia.
2. Pengembangan pendanaan untuk penyelenggaraan SPAM dari berbagai sumber secara optimal.
3. Pengembangan kelembagaan, peraturan dan perundang-undangan.
4. Peningkatan penyediaan Air Baku secara berkelanjutan.
5. Peningkatan peran dan kemitraan dunia usaha, swasta dan masyarakat.

#### **2.2.2. Tinjauan Kebijakan Kabupaten Malang**

Kabupaten Malang masih menghadapi beberapa permasalahan yang berkaitan dengan penyediaan air bersih. Adapun permasalahan yang dihadapi tersebut antara lain:

- 1) Kabupaten Malang merupakan wilayah dengan curah hujan rendah sehingga potensi sumber daya air sedikit. Sumber daya air merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi kehidupan manusia selain untuk pertanian industri, budidaya garam dan tambak.
- 2) Prasarana air bersih di Kabupaten Malang Tahun 2011 yang terlihat besar adalah dua embung besar yaitu Embung Banyukuwung dan Embung Lodan yang berfungsi sebagai sumber air bersih. Embung Lodan saat ini dalam tahap pengawasan setelah perbaikan, sehingga belum dapat difungsikan secara optimal. Selain menggunakan embung sebagai sumber air bersih. Pemerintah Kabupaten Malang juga memanfaatkan mata air yang ada sebagai sumber air bersih, walaupun jumlahnya sedikit.

- 3) Pelayanan air bersih masyarakat di Kabupaten Malang dilakukan oleh PDAM sebagai operator. Tetapi PDAM Kabupaten Malang itu sendiri memiliki keterbatasan kemampuan finansial perusahaan, sehingga sulit untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Diperlukan support dari pemerintah agar PDAM dapat mengembangkan pelayanan air minum masyarakat.

Pelanggan PDAM Kabupaten Malang sampai dengan Tahun 2010 adalah 16.060 pelanggan, dengan penambahan 179 pelanggan dari satu tahun sebelumnya yaitu 15.881 pelanggan. Diasumsikan satu pelanggan terdiri dari lima orang, maka penduduk yang terlayani baru 80.300 jiwa. Jika dibandingkan dengan jumlah penduduk di Kabupaten Malang pada Tahun 2010 yang berjumlah 593.360 jiwa, cakupan pelayanan tersebut hanya terhitung 13,53%. Menurut RPJMD Kabupaten Malang Tahun 2009-2013, target pemerintah pada milenium berikutnya (MDG's) adalah terlayannya 80% penduduk perkotaan dan 60% penduduk perdesaan. Dari angka tersebut dapat dikatakan bahwa pencapaian pelayanan di Kabupaten Malang masih sangat jauh untuk memenuhi target yang telah ditetapkan oleh MGD's.

## **2.3 Sumber Daya Air**

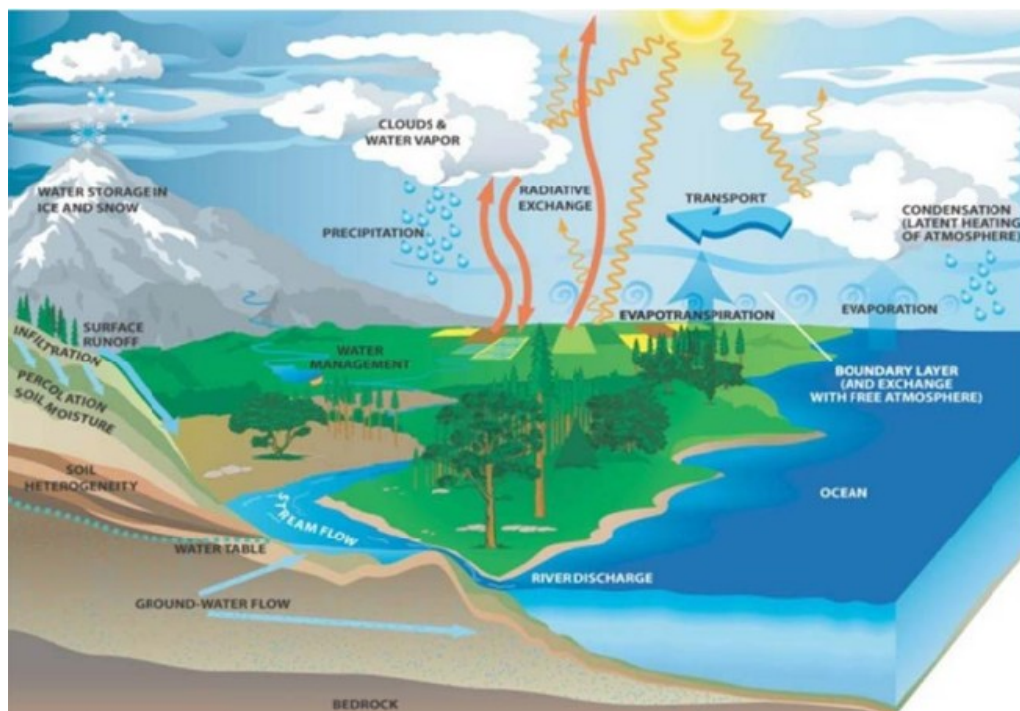
Sumber daya air merupakan bagian dari sumber daya alam. Air adalah sumber daya yang dibaharui, bersifat dinamis mengikuti siklus hidrologi yang secara alamiah berpindah-pindah serta mengalami perubahan bentuk dan sifat. Tergantung pada waktu dan lokasinya, air dapat berupa zat padat sebagai es dan salju. Dapat berupa zat cair yang mengalir sebagai air permukaan, berada dalam tanah sebagai air tanah, berada di udara sebagai air hujan, berada di laut sebagai air laut, dan bahkan berupa uap air yang didefinisikan sebagai air udara (kabut).

### **2.3.1 Siklus Hidrologi**

Konsep siklus hidrologi merupakan hal yang sangat penting, karena air (baik air permukaan maupun air tanah) bagian dari siklus hidrologi. Siklus hidrologi pada Gambar 1. dimulai dengan terjadinya panas matahari yang sampai pada permukaan bumi, sehingga menyebabkan penguapan. Akibat penguapan ini terkumpul massa uap air, yang dalam kondisi atmosfer tertentu dapat membentuk awan. Akibat dari berbagai sebab klimatologi awan tersebut dapat menjadi awan yang potensial menimbulkan hujan.



Sebagian air hujan tersebut akan tertahan oleh butiran-butiran tanah, sebagian akan bergerak dengan arah horisontal sebagai limpasan (*run off*), sebagian akan bergerak vertikal ke bawah sebagai infiltrasi, sebagian kecil akan kembali ke atmosfer melalui penguapan. Air yang terinfiltrasi ke tanah mula-mula akan mengisi pori-pori tanah sampai mencapai kadar air jenuh. Apabila kondisi tersebut telah tercapai, maka air tersebut akan bergerak dalam dua arah, arah horisontal sebagai *interflow* dan arah vertikal sebagai perkolasi.



Gambar 1. Siklus Hidrologi  
Sumber: <http://news.cisc.gmu.edu/report.htm>

Secara kuantitas, debit aliran sungai umumnya sangat dipengaruhi oleh musim, begitu juga dengan kualitasnya. Pada musim penghujan sungai mengalami pengenceran sehingga tingkat pencemaran mengalami penurunan akibat pengenceran tersebut.

Perairan tawar di permukaan bumi dapat membentuk suatu ekosistem, misalnya ekosistem danau atau sungai. Faktor yang paling mempengaruhi ekosistem perairan adalah oksigen terlarut untuk berlangsungnya proses fotosintesis, respirasi dan penguraian dalam perairan cahaya matahari untuk pengaturan suhu dan berlangsungnya proses fotosintesis.

Beberapa masalah utama yang terjadi pada air permukaan adalah pengeringan dan gangguan terhadap kondisi alami (misalnya dampak pembuatan waduk, irigasi),

pencemaran pada badan air misalnya pembuangan limbah industri domestik, limbah pertanian yang dapat menyebabkan terjadinya eutrofikasi yaitu proses perubahan fisik, Var-3 dan Var-1s yang terjadi dalam suatu badan perairan (biasanya yang alirannya lambat) akibat melimpahnya masukan zat hara (umumnya N dan P) dari luar.

### 2.3.2. Air bawah tanah.

Secara kuantitas, jumlah air tanah yang ada disuatu daerah dapat berbeda dengan daerah lainnya, tergantung dari jumlah cadangan air yang terkandung pada setiap lapisan pembawa air (akuifer) yang ada didaerah yang bersangkutan dan kapasitas infiltrasi pada daerah tangkapan air hujan.

Air tanah adalah air yang terdapat dalam lapisan tanah atau batuan di bawah permukaan tanah. Keberadaan air tanah tersebut tidak dapat dilepaskan dari siklus hidrologi sebagaimana terlihat pada Gambar 3. Sedangkan lapisan batuan jenuh air yang dapat menyimpan dan meneruskan air tanah dalam jumlah cukup dan ekonomis disebut sebagai akuifer.

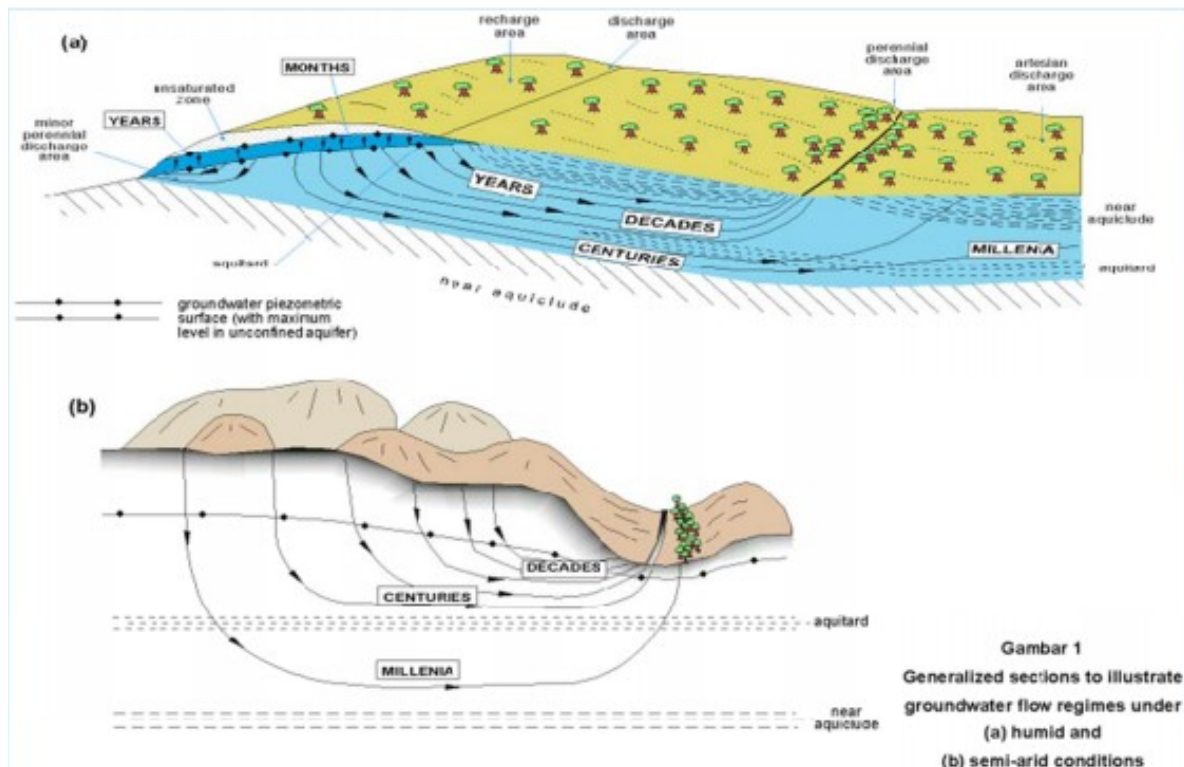
Hujan yang jatuh, mengalami hambatan oleh adanya vegetasi/tumbuhan ataupun bangunan dan apabila tidak ada vegetasi/tumbuhan maka hujan akan jatuh mengenai permukaan tanah secara langsung walaupun peresapan masih mungkin terjadi karena adanya sampah, kotoran maupun adanya benda lain di permukaan tanah. Air yang meresap ke dalam tanah ditahan oleh tanah sebagai cadangan kelembaban tanah dan penambahan cadangan air tanah, sedangkan cadangan permukaan akan mengalir ke daerah yang lebih rendah dan sebagian akan meresap kembali ke dalam tanah selama pengaliran. Di lain pihak air tanah yang mengalir di dalam batuan (akuifer) dapat keluar kembali menjadi air permukaan sebagai mata air jika akuifer tersebut terpotong oleh kemiringan topografi permukaan tanah.

Perjalanan air dari masuknya air hujan ke dalam tanah hingga mencapai lapisan akuifer maupun keluar sebagai mata air membutuhkan waktu yang sangat bervariasi dari orde bulanan, tahunan, puluhan tahun, ratusan tahun, bahkan hingga ribuan tahun sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 2. berikut ini.

Gambar 2. Perjalanan Resapan Air hujan Menjadi Air Tanah dan muncul sebagai Mata Air

Sumber: [www.bvsde.paho.org](http://www.bvsde.paho.org)

Air bawah tanah (*ground water*) atau akuifer (*aquifer*) adalah air yang terdapat pada pori-pori tanah, pasir, kerikil, batuan yang telah jenuh terisi air. Akuifer tidak tertekan



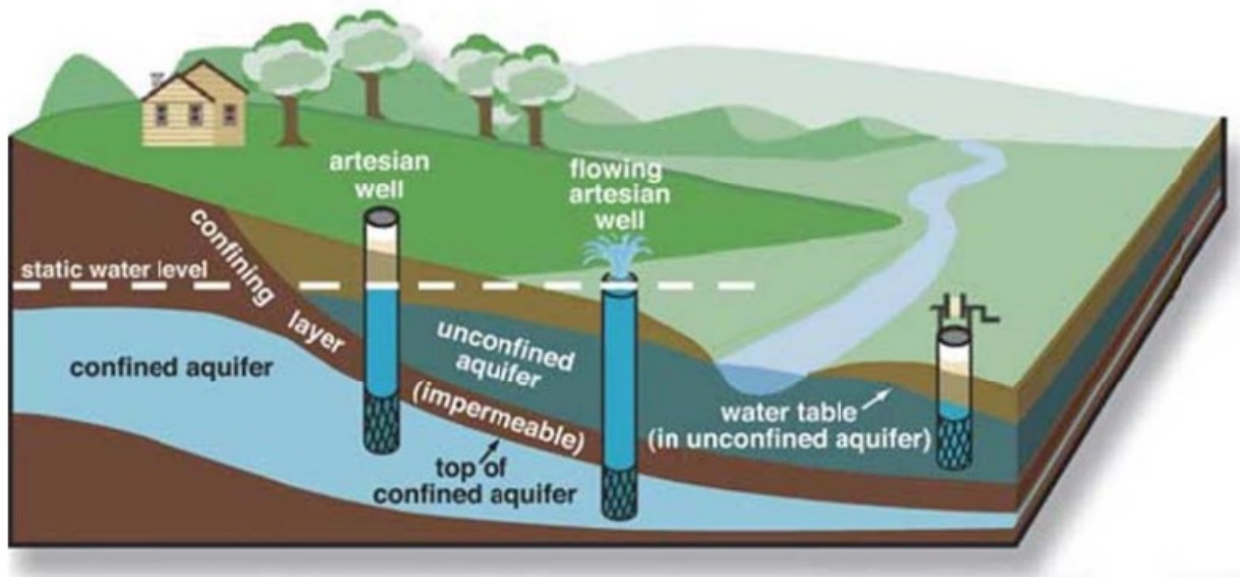
(*unconfined aquifer*) mendapatkan air dari proses infiltrasi, sedangkan akuifer tertekan (*confined aquifer*) airnya berasal dari daerah pengisian (*recharge area*) atau resapan air. Muka air tanah (*water table*) adalah garis batas antara air tanah dengan air bawah tanah yang jenuh. Pada musim penghujan, muka air tanah akan mengalami kenaikan pada saat musim kemarau akan mengalami penurunan.

Jumlah cadangan air tanah akan sangat ditentukan oleh kondisi cekungan air tanahnya, yaitu suatu wilayah yang dibatasi oleh batas hidrogeologis, tempat semua kejadian hidrogeologis seperti proses pengimbuhan, pengaliran dan pelepasan air tanah berlangsung. Dengan demikian potensi air tanah pada suatu wilayah akan sangat ditentukan oleh:

- Kondisi curah hujan serta hubungan antara air permukaan dan air tanah.
- Kondisi akuifer yang meliputi geometri dan sebarannya, konduktifitas hidrolis dan litologi pada batas-batas akuifer.
- Kondisi daerah imbuhan air tanah, yaitu daerah resapan air yang mampu menambah air tanah secara alamiah pada cekungan air tanah.
- Kondisi daerah repasan air tanah, yaitu daerah keluaran air tanah yang berlangsung secara alamiah pada cekungan air tanah.

Secara umum terdapat dua jenis akuifer, yaitu akuifer bebas dan akuifer tertekan (Gambar 3). Eksploitasi air tanah pada akuifer bebas biasanya dilakukan dengan membuat sumur gali ataupun kolam, sedangkan eksploitasi air tanah pada akuifer tertekan

umumnya dilakukan dengan pembuatan sumur bor dalam. Dalam kenyataan di lapangan, dalam suatu daerah dijumpai beberapa akuifer tertekan pada berbagai kedalaman yang dipisahkan oleh lapisan kedap air. Oleh karena itu identifikasi posisi kedalaman dan ketebalan akuifer-akuifer tersebut menjadi penting untuk menentukan konstruksi sumurnya.



Gambar 3. Jenis Akuifer dan eksploitasinya  
Sumber: [www.bvsde.paho.org](http://www.bvsde.paho.org)

Atau disebut sub DAS, dan sub DAS tersusun atas beberapa sub-sub DAS. DAS adalah suatu ekosistem, sehingga didalamnya terjadi suatu proses interaksi antara faktor-faktor biotik, abiotik dan manusia. Komponen masukan pada suatu DAS adalah curah hujan, sedangkan komponen keluaran adalah debit air dan muatan sedimen. Luas DAS mempengaruhi jumlah aliran permukaan, sehingga semakin luas DAS maka jumlah aliran permukaan atau debit sungai juga semakin besar.

Aktifitas didalam DAS dapat menyebabkan perubahan eksosistem, misalnya perubahan tata guna lahan, khususnya di daerah hulu, dapat memberikan dampak di daerah hilir berupa perubahan fluktuasi debit air dan kandungan sedimen serta material terlarut lainnya. Adanya hubungan antara masukan dan keluaran pada suatu DAS ini dapat dijadikan sebagai dasar untuk menganalisis dampak suatu tindakan atau aktifitas pembangunan di dalam DAS terhadap lingkungan.

Koefisien aliran permukaan (C) adalah bilangan yang menyatakan perbandingan antara besarnya aliran permukaan terhadap jumlah curah hujan. Sebagai contoh  $C=0,65$ , artinya



65% dari curah hujan akan mengalir secara langsung sebagai aliran permukaan (surface run off), Nilai C yang kecil menunjukkan kondisi DAS masih baik, sebaliknya nilai C yang besar menunjukkan kondisi DAS yang rusak. Nilai C berkisar antara nol sampai dengan satu.

Koefisien Rejim Sungai (KRS) adalah bilangan yang adalah perbandingan antara debit harian rata-rata maksimum dan debit harian minimum. Makin kecil harga KRS berarti makin baik kondisi hidrologis suatu DAS. Selain KRS, kondisi DAS juga dapat dievaluasi secara makro dengan nisbah debit maksimum-minimum ( $Q_{maks}/Q_{min}$ ). Apabila nisbah  $Q_{maks}/Q_{min}$  cenderung terus naik dari tahun ke tahun, maka hal ini menunjukkan kondisi suatu DAS yang mulai terganggu. Menurut Asdak (1995), untuk mengevaluasi kondisi suatu DAS berdasarkan nilai KRSnya, dapat dipakai ketentuan sebagai berikut:

1. Apabila KRS kurang dari 50 ( $KRS < 50$ ), maka kondisi DAS dikategorikan baik.
2. Apabila KRS bernilai 50-120, maka kondisi DAS dikategorikan terganggu tapi dalam tingkatan sedang.
3. Apabila KRS lebih dari 120 ( $KRS > 120$ ), maka DAS dikategorikan dalam kondisi buruk.

Karakteristik suatu DAS dan sub DAS dapat dilihat dari fluktuasi debit sungainya. Idealnya perbandingan antara debit minimum dan debit maksimum tidak terlalu besar, artinya dalam kondisi yang seperti ini air hujan yang jatuh ke permukaan sebagian besar tidak berubah menjadi air limpasan. Ketersediaan air pada suatu DAS pada prinsipnya mengikuti siklus hidrologi.

Hujan yang jatuh di atas daerah penangkapan (*catchment area*) sebuah DAS, mula-mula diterima oleh vegetasi, kemudian sebagian dilepaskan melalui proses intersepsi (*interception*), dan sebagian lagi jatuh langsung ke bawah pohon, dan sebagian lainnya dialirkan melalui proses aliran batang (*stemflow*). Dari batang diteruskan ke dalam tanah melalui akar, yaitu yang kemudian dilepaskan ke pori-pori tanah melalui proses infiltrasi. Infiltrasi adalah proses aliran air hujan masuk ke dalam tanah. Air dalam tanah selanjutnya dengan daya gravitasi bergerak menuju tempat yang lebih rendah dengan proses perkolasi, menuju ground water storage, penampungan air di bawah tanah, dan dari tempat ini akan mengalir ke sungai secara teratur. Berdasarkan siklus hidrologi, untuk memperkirakan potensi air pada suatu DAS, kajian yang dilakukan meliputi hujan pada DAS, kemampuan tanah menampung air hujan dan debit limpasan yang mengalir ke sungai.

Pada konsep dan mekanisme daur hidrologi, yang dimaksud air bawah tanah adalah semua bentuk aliran air hujan yang mengalir di bawah permukaan tanah sebagai akibat struktur pelapisan geologi, beda potensi kelembaban tanah dan gaya gravitasi bumi. Laju maksimal gerakan air masuk ke dalam tanah dinamakan kapasitas infiltrasi yang dinyatakan dalam satuan sama dengan satuan intensitas curah hujan, yaitu mililiter per jam (mm/jam). Ketika air hujan jatuh di atas permukaan tanah, tergantung pada kondisi biofisik tanah, sebagian atau seluruh air hujan tersebut mengalir masuk ke dalam tanah melalui pori-pori permukaan tanah. Proses mengalirnya air hujan ke dalam tanah disebabkan oleh gaya gravitasi dan gaya kapiler tanah. Laju air infiltrasi dibatasi oleh besarnya diameter pori-pori tanah. Dibawah pengaruh gaya gravitasi, air hujan mengalir vertikal ke dalam tanah melalui profit tanah. Pada sisi yang lain, gaya kapiler bersifat mengalirkan air tersebut tegak lurus ke atas, ke bawah, dan ke arah horizontal (lateral). Gaya kapiler tanah ini bekerja nyata pada tanah dengan pori-pori yang relatif kecil. Pada tanah dengan pori-pori besar, gaya ini dapat diabaikan pengaruhnya dan air mengalir ke tanah yang lebih dalam oleh pengaruh gaya gravitasi. Dalam perjalanannya tersebut, air juga mengalami penyebaran ke arah lateral akibat tarikan gaya kapiler tanah, terutama ke arah tanah dengan pori-pori yang lebih sempit dan tanah lebih kering.

Mekanisme infiltrasi, dengan demikian melibatkan tiga proses yang tidak saling mempengaruhi, yaitu:

1. Proses masuknya air hujan melalui pori-pori permukaan tanah.
2. Tertampungnya air hujan tersebut ke dalam tanah.
3. Proses mengalirnya air tersebut ke tempat lain (bawah, samping dan atas).

Meskipun tidak saling mempengaruhi secara langsung, ketiga proses tersebut di atas saling terkait.

Uraian di atas menunjukkan bahwa besarnya laju infiltrasi pada permukaan tanah tidak bervegetasi tidak akan pernah melebihi laju intensitas hujan. Untuk wilayah berhutan, besarnya laju infiltrasi tidak akan pernah melebihi laju intensitas curah hujan efektif. Curah hujan efektif adalah volume hujan total dikurangi air hujan yang mengalir ke dalam tanah (air infiltrasi). Aplikasi praktis peranan air infiltrasi adalah kaitannya dengan usaha konservasi air. Konservasi air biasanya diprioritaskan di daerah resapan (recharge area) yang umumnya terletak di daerah dengan karakteristik wilayah yang didominasi vegetasi (hutan dan bentuk komunitas vegetasi lainnya) dan dengan curah hujan besar. Daerah resapan biasanya memiliki nilai koefisien resapan yang besar.

Koefisien resapan adalah banyaknya volume curah hujan yang mengalir sebagai air infiltrasi terhadap total curah hujan.

Manusia berinteraksi dengan daur air melalui berbagai kegiatannya, antara lain dengan: menggunakan air permukaan dan air tanah, melepaskan limbah atau pencemar dari berbagai sumber (perumahan, perkantoran, pertanian, industri) ke dalam perairan, bahkan mempengaruhi uap air di atmosfer, mengubah bentang alam sehingga mempengaruhi air larian dan kualitas air permukaan dan air tanah.

### **2.3.3. Daya Dukung Lingkungan**

Konsep daya dukung lingkungan sudah mulai banyak dibahas. Mengingat semakin besarnya penduduk dan pembangunan terhadap lingkungan. Pertambahan jumlah penduduk dengan aktifitasnya menyebabkan kebutuhan akan lahan tidak terbangun makin berkurang. Selain itu, pertambahan jumlah penduduk juga dibarengi dengan peningkatan konsumsi sumber daya alam sejalan meningkatnya tingkat sosial ekonomi masyarakat. Peningkatan jumlah penduduk dan perubahan pola konsumsi masyarakat akan mempengaruhi daya dukung lingkungannya.

Pengertian daya dukung lingkungan (*supportive capacity*) dalam konteks ekologis adalah jumlah populasi atau komunitas yang dapat didukung oleh sumber daya dan jasa yang tersedia dalam ekosistem tersebut (Rees, 1990). Faktor yang mempengaruhi keterbatasan ekosistem untuk mendukung perikehidupan adalah faktor jumlah sumber daya yang tersedia, jumlah populasi dan pola konsumsinya. Konsep daya dukung lingkungan dalam konteks ekologis tersebut terkait erat dengan modal alam. Akan tetapi, dalam konteks pembangunan yang berkelanjutan (*sustainable development*), suatu komunitas tidak hanya memiliki modal alam, melainkan juga modal manusia, modal sosial dan modal lingkungan buatan. Oleh karena itu, dalam konteks berlanjutnya suatu kota, daya dukung lingkungan kota adalah jumlah populasi atau komunitas yang dapat didukung oleh sumberdaya dan jasa yang tersedia karena terdapat modal alam, manusia, sosial dan lingkungan buatan yang dimilikinya.

Pengertian daya dukung lingkungan menurut Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup yaitu kemampuan lingkungan untuk mendukung perikehidupan manusia, makhluk hidup lain, dan keseimbangan antarkeduanya.

Menurut Graimore (2005), daya dukung lingkungan adalah jumlah maksimum manusia yang dapat didukung oleh bumi dengan sumber daya alam yang tersedia. Jumlah

maksimum tersebut adalah jumlah yang tidak menyebabkan kerusakan pada lingkungan dan kehidupan di bumi dapat berlangsung secara “sustainable”. Graimore juga menyatakan bahwa daya dukung lingkungan sangat ditentukan oleh pola konsumsi, jumlah limbah yang dihasilkan, dampak bagi lingkungan, kualitas hidup dan tingkat teknologi.

Dalam perkembangan kemudian, konsep daya dukung lingkungan diaplikasikan sebagai suatu metode perhitungan untuk menetapkan jumlah organisme hidup yang dapat didukung oleh suatu ekosistem secara berlanjut, tanpa merusak keseimbangan didalam ekosistem tersebut. Penurunan kualitas dan kerusakan pada ekosistem kemudian didefinisikan sebagai indikasi telah terlampaunya daya dukung lingkungan. Menurut Fletcher (1986) mengenai *supportive capacity*, suatu ekosistem adalah jumlah populasi yang dapat didukung oleh ketersediaan sumberdaya dan jasa pada ekosistem tersebut batas daya dukung ekosistem tergantung pada tiga faktor yaitu:

- a) Jumlah sumberdaya alam yang tersedia dalam ekosistem tersebut
- b) Jumlah / ukuran populasi atau komunitas
- c) Jumlah sumberdaya alam yang dikonsumsi oleh setiap individu dalam komunitas tersebut.

Pengertian modal alam tersebut adalah meliputi:

- 1) Sumber daya alam yaitu semua yang diambil dari alam dan digunakan dengan atau tanpa melalui proses produksi yang meliputi air, tanaman, hewan dan material alam seperti bahan bakar fosil, logam dan mineral. Penggunaan sumber daya alam akan menghasilkan produk akhir dan limbah.
- 2) Jasa ekosistem yaitu proses alami yang dibutuhkan bagi kehidupan seperti sumber daya perikanan, lahan untuk budidaya, kemampuan asimilasi air dan udara sebagainya.
- 3) Estetika dan keindahan alam yang memiliki kontribusi dalam meningkatkan kualitas hidup dan adalah potensi ekonomi untuk pengembangan pariwisata dan rekreasi.

Modal alam tersebut memiliki kemampuan untuk menghasilkan sumber daya yang dibutuhkan untuk menyerap limbah yang dihasilkan (*bicapacity*). Berdasarkan pengertian tersebut, maka sumber daya alam memiliki kemampuan untuk mengasimilasi limbah. Kemampuan mengasimilasi disebut bioasimilasi yang didefinisikan sebagai kemampuan dari lingkungan alam untuk mengabsorpsi berbagai material termasuk antropogenik dalam konsentrasi tertentu tanpa mengalami degradasi (Cairns, 1999 diambil dari Cairns, 1997).

#### **2.3.4. Daya Dukung Lingkungan dan Kota yang Berkelanjutan**

Konsep dasar dari pembangunan yang berlanjut ada dua konsep kebutuhan (concept of needs) dan konsep keterbatasan (concept of limitations). Konsep pemenuhan kebutuhan difokuskan untuk meningkatkan kualitas hidup manusia, sementara konsep keterbatasan adalah ketersediaan dan kapasitas yang dimiliki lingkungan untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Berlanjutnya pembangunan dapat terwujud apabila terjadi keseimbangan antara kebutuhan dan keterbatasan yang ada saat itu. Upaya keseimbangan itu dapat dilakukan dua arah yaitu dengan mengendalikan kebutuhan dengan mengubah perilaku konsumsi dan sebaliknya meningkatkan kemampuan untuk meminimalkan keterbatasan melalui pengembangan teknologi, finansial, dan institusi. Aktivitas yang dilakukan saat ini untuk memenuhi kebutuhan harus mempertimbangkan keberlanjutan jangka panjang.

Daya dukung alam sangat menentukan bagi keberlangsungan hidup manusia, maka kemampuan daya dukung alam tersebut harus dijaga agar tidak merusak dan berakibat buruk pada kehidupan makhluk hidup didalamnya. Secara umum kerusakan daya dukung alam dipengaruhi oleh dua faktor:

1. Faktor internal

Kerusakan karena faktor internal adalah kerusakan yang berasal dari alam itu sendiri. Kerusakan karena faktor internal pada daya dukung alam sulit untuk dicegah karena adalah proses alami yang terjadi pada alam yang sedang mencari keseimbangan dirinya, misalnya letusan gunung berapi, gempa bumi, dan badai.

2. Faktor eksternal

Kerusakan karena faktor eksternal adalah kerusakan yang diakibatkan oleh ulah manusia dalam rangka meningkatkan kualitas dan kenyamanan hidupnya, misalnya kerusakan yang diakibatkan oleh kegiatan industri yang berupa pencemaran darat, air dan udara.

Lingkungan tidak hanya lingkungan alamiah saja, namun juga lingkungan sosial dan lingkungan binaan. Lebih lanjut lagi daya dukung dapat diperluas menjadi daya dukung alamiah (lingkungan alam), daya dukung sosial (yang berupa ketersediaan sumber daya manusia dan kemampuan finansial) jadi dengan adanya pengelolaan lingkungan yang baik dan input teknologi, maka daya dukung lingkungan dapat ditingkatkan kemampuannya, sehingga dapat meningkatkan kualitas hidup makhluk yang ada didalam lingkungan tersebut.

Kota sustainable adalah kota yang perkembangan dan pembangunannya mampu memenuhi kebutuhan masyarakat masa kini, mampu berkompetisi dalam ekonomi global dengan mempertahankan keserasian lingkungan vitalitas sosial, budaya politik dan pertahanan keamanannya. Tanpa mengabaikan dan atau mengurangi kemampuan generasi mendatang dalam pemenuhan kebutuhan mereka (Budihardjo, 1999) untuk menciptakan kota yang berkelanjutan diperlukan lima prinsip dasar, yaitu *Environment (ecology)*, *Economy (employment)*, *Equity Engagement*, dan *Energy*.

Kemampuan berkembangnya komponen ekonomi komunitas didasarkan atas preservasi dan pengembangan dari stok kapital produktif. Stok kapital produktif dari suatu kota adalah:

- 1) Lingkungan atau sumber-sumber daya alam
- 2) Rakyat atau sumberdaya manusia
- 3) Keuangan atau sumber daya finansial
- 4) Infrastruktur, fasilitas produktif atau sumberdaya buatan
- 5) Institusi atau sumberdaya kelembagaan

## **2.4 Kajian Dampak Permasalahan Air**

Permasalahan menyangkut sumber daya air diantaranya peningkatan jumlah penduduk yang ekivalen dengan peningkatan kebutuhan air, penurunan kualitas lingkungan perairan sebagai akibat penggunaan lahan yang tidak memperhatikan fungsi lindung suatu kawasan, penurunan kuantitas dan kualitas air tawar sebagai akibat dari kegiatan domestik maupun non domestik, penyebaran air yang tidak merata secara ruang dan waktu (apabila musim hujan terjadi banjir dan apabila musim kemarau terjadi kekeringan), penggunaan bersama sumber daya air oleh beberapa wilayah sehingga terjadi persaingan.

Sumber pencemaran air diantaranya: limbah rumah tangga misalnya sabun, tinja; sedimen anorganik misalnya N dan P dari pupuk, logam berat; senyawa organik misalnya pestisida, minyak; bahan radiokatif misalnya limbah pertambangan; agen penyebab penyakit misalnya bakteri, virus; pencemar Var-1s misalnya spesies tumbuhan yang tumbuh di perairan sehingga menghalangi fotosintesis tumbuhan air; pencemar dari kegiatan industri misalnya air limbah.

## **2.5 Kebutuhan Air**

### **2.5.1. Kebutuhan Air**

Standar kebutuhan air bersih menurut Ditjen Cipta Karya ada 2 (macam) yaitu:



a) Standar Kebutuhan Air Domestik

Standar kebutuhan air domestik adalah kebutuhan air bersih yang dipergunakan pada tempat-tempat hunian pribadi untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari, seperti: pemakaian air untuk minum, masak, mandi, cuci dan sanitasi. Satuan yang dipakai adalah liter/orang/hari. Besarnya kebutuhan air untuk keperluan domestik dapat dilihat pada Tabel 4. Sedangkan kebutuhan air domestik untuk kota dapat dibagi dalam beberapa kategori sebagaimana dalam Tabel 3. sebagai berikut:

Tabel 2. Kategori Kebutuhan Air Domestik

No	Macam Kategori	Daerah Cakupan
1	Kategori I	Kota Metropolitan
2	Kategori II	Kota Besar
3	Kategori III	Kota Sedang
4	Kategori IV	Kota Kecil
5	Kategori V	Desa

Sumber: Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU Tahun 2000

Tabel 3. Kebutuhan Air Domestik Berdasarkan SNI Tahun 1997

No	URAIAN	Kategori Kota Berdasarkan Jumlah Penduduk (Jiwa)				
		>1.000.000	500.001 – 1.000.000	100.001 – 500.000	20.000 – 100.000	<20.000
		Metro	Besar	Sedang	Kecil	Desa
1	Konsumsi Unit Sambungan Rumah (SR) (Liter/orang/hari)	190	170	150	130	30
2	Konsumsi Unit Hidran Umum (HU) l/o/h	30	30	30	30	30
3	Konsumsi Unit Non Domestik l/o/h	20-30	20-30	20-30	20-30	20-30
4	Kehilangan Air (%)	20-30	20-30	20-30	20-30	20-30
5	Faktor Hari Maks	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
6	Faktor Jam Puncak	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
7	Jumlah Jiwa per SR	5	5	5	5	5
8	Jumlah Jiwa per HU	100	100	100	100	100
9	Sisa Tekan di Penyediaan Distribusi (mka = meter kolom air)	10	10	10	10	10

10	Jam Operasi	24	24	24	24	24
11	Volume Reservoir (% max day demand)	20	20	20	20	20
12	SR : HR	50:50 s/d 80:20	50:50 s/d 80:20	80:20	70:30	70:30
13	Cakupan Pelayanan (%)	*)90	90	90	90	90

Sumber: Ditjen Cipta Karya Dinas PU Tahun 1997

\*) 70% Perpipaian, 30% Non Perpipaian

#### b) Standar Kebutuhan Air Non Domestik

Standar kebutuhan air non domestik yaitu kebutuhan air bersih diluar keperluan rumah tangga. Kebutuhan air non domestik antara lain :

- Penggunaan komersial dan industri yaitu penggunaan air oleh badan-badan komersial dan industri.
- Penggunaan umum yaitu penggunaan air untuk bangunan pemerintahan, rumah sakit, sekolah-sekolah dan rumah ibadah. Kebutuhan air non domestik sebagaimana Tabel 5. di bawah ini:

Tabel 4. Kebutuhan Air Non Domestik

N O	URAIAN	Kategori Kota Berdasarkan Jumlah Penduduk (Jiwa)				
		>1.000.000	500.001 – 1.000.000	100.001 – 500.000	20.000 – 100.000	<20.000
		Metro	Besar	Sedang	Kecil	Desa
1	Konsumsi Unit Sambungan Rumah (SR) (Liter/orang/hari)	>150	150-120	120-90	120-80	80-60
2	Konsumsi Unit Hidran Umum (HU) l/o/h	20-40	20-40	20-40	20-40	20-40
3	Konsumsi Unit Non Domestik l/o/h	20-30	20-30	20-30	20-30	20-30
	a. Niaga Kecil	600-900	600-900		600	
	b. Niaga Besar	1000-5000	1000-5000		1.500	
	c. Industri Besar	0,2-0,8	0,2-0,8		0,2-0,8	
	d. Pariwisata	0,1-0,3	0,1-0,3		0,1-0,3	
4	Kehilangan Air (%)	20-30	20-30	20-30	20-30	20-30
5	Faktor Hari Maks	1,15-1,25	1,15-1,25	1,15-1,25	1,15-1,25	1,15-1,25
6	Faktor Jam Puncak	1,75-2,0	1,75-2,0	1,75-2,0	1,75-2,0	1,75-2,0
7	Jumlah Jiwa per SR	5	5	6	6	10
8	Jumlah Jiwa per HU	100	100	100	100-200	100-200

9	Sisa Tekan di Penyediaan Distribusi (mka = meter kolom air)	10	10	10	10	10
10	Jam Operasi	24	24	24	24	24
11	Volume Reservoir (% max day demand)	15-25	15-25	15-25	15-25	15-25
12	SR : HR	50:50 s/d 80:20	50:50 s/d 80:20	80:20	70:30	70:30
13	Cakupan Pelayanan (%)	*)90	90	90	90	90

Sumber: Ditjen Cipta Karya Dinas PU Tahun 1997

\*) 70% Perpipaan, 30% Non Perpipaan

Kebutuhan air non domestik untuk kategori I sampai dengan kategori V sebagaimana Tabel 5, Tabel 6. dan Tabel 7. sebagai berikut:

Tabel 5. Kebutuhan Air Non Domestik Kota Kategori I,II,III,IV

SEKTOR	NILAI	SATUAN
Warung / Pertokoan	10	Liter/pegawai/hari
Sekolah	10	Liter/murid/hari
Rumah Sakit	200	Liter/bed/hari
Puskesmas	2.000	Liter/unit/hari
Masjid	3.000	Liter/unit/hari
Gereja	1.000	Liter/unit/hari
Kantor	10	Liter/pegawai/hari
Pasar	12.000	Liter/pegawai/hari
Hotel	150	Liter/tempat tidur/hari
Rumah Makan	100	Liter/tempat duduk /hari
Kompleks Militer	60	Liter/orang/hari
Kawasan Industri	0,2 – 0,8	Liter/detik/hektar
Kawasan Pariwisata	0,2 – 0,3	Liter/detik/hektar

Sumber : Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU Tahun 2000

Tabel 6. Kebutuhan Air Non Domestik Kota Kategori V (Desa)

SEKTOR	NILAI	SATUAN
Sekolah	5	Liter/murid/hari
Rumah Sakit	200	Liter/bed/hari
Puskesmas	1.200	Liter/unit/hari
Hotel	90	Liter/tempat tidur/hari
Komersial/Industr	10	Liter/hari

Sumber : Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU Tahun 2000

Tabel 7. Kebutuhan Air Non Domestik Kota Kategori Lain

SEKTOR	NILAI	SATUAN
Lapangan Terbang	5	Liter/detik
Pelabuhan	200	Liter/detik
Stasiun KA/Terminal Bus	1.200	Liter/detik
Industri	90	Liter/detik

Sumber : Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU Tahun 2000

### c) Kebocoran dan kehilangan air

Besarnya kebutuhan air akibat kebocoran dan kehilangan air cukup signifikan. Kebocoran dan kehilangan air disebabkan karena adanya sambungan ilegal dan kebocoran dalam sistem yang sebagian besar terjadi di aksesoris dan sambungan pipa.

Kebutuhan air non domestik untuk perkotaan dikelompokkan berdasarkan jenis kegiatan yang ada pada suatu perkotaan, biasanya terdiri atas: kebutuhan air untuk kegiatan pertanian, peternakan, perikanan, industri, fasilitas umum dan sosial, perdagangan dan jasa, pemeliharaan dan penggelontoran sungai, pemadam kebakaran, dan pertamanan. Standar kebutuhan air non domestik untuk perkotaan dapat dihitung dengan mengacu pada standar yang ditetapkan oleh Departemen Pekerjaan Umum.

Kebutuhan air untuk kegiatan industri dalam suatu kawasan perkotaan, khususnya di Indonesia sangat sulit untuk mendeskripsikan secara tepat atau setidaknya yang dapat menggambarkan kondisi yang ada. Hal ini dikarenakan minimnya data mengenai industri dan kapasitas produksinya. Beberapa standar ada yang memakai jumlah pegawai untuk mengkategorikan jenis industri kemudian kebutuhan air digolongkan berdasarkan jenis industrinya (kecil, sedang, besar), dan ada pula standar yang memakai data luas lahan industri sebagai dasar penetapan kebutuhan air rata-rata. Penelitian ini mencoba mengkombinasikan beberapa standar pemakaian air industri berdasarkan kapasitas produksi dari masing-masing jenis industri dengan mengacu pada beberapa literatur yang ada dan disesuaikan dengan keterbatasan data dan informasi yang dimiliki.

## 2.5.2. Proyeksi Kebutuhan Air untuk Suatu Wilayah

Teknik estimasi ataupun proyeksi jumlah penduduk dimasa mendatang sangat diperlukan untuk tujuan perencanaan pembangunan dan penilaian program baik oleh pemerintah pusat maupun oleh pemerintah daerah. Proyeksi jumlah penduduk dianggap sebagai persyaratan minimum proses perencanaan pembangunan. Metode proyeksi penduduk yang digunakan adalah proyeksi penduduk dengan menggunakan *knowledge discovery in data base*. (Daljoeni, 2012).

## 2.6. Knowledge Discovery in Database

*Data mining* merupakan salah satu tahap pada proses *Knowledge Discovery in Database* (KDD). KDD adalah penyulingan informasi menarik yang tidak biasa, yang

terkandung dalam basis data berukuran besar, yang sebelumnya tidak diketahui dan potensial bermanfaat [8].

Sebagai suatu rangkaian proses, data mining dapat dibagi menjadi beberapa tahap. Tahap-tahap tersebut bersifat interaktif, pemakai terlibat langsung atau dengan perantara *knowledge*. Tahap-tahap data mining ada 6 yaitu :

- 1) Pembersihan Data (*Data Cleaning*).  
Pembersihan data merupakan proses menghilangkan *noise* dan data yang tidak konsisten atau data tidak relevan. Pada umumnya data yang diperoleh, baik dari database suatu perusahaan maupun hasil eksperimen, memiliki isian-isian yang tidak sempurna seperti data yang hilang, data yang tidak valid atau juga hanya sekedar salah ketik. Selain itu, ada juga atribut-atribut data yang tidak relevan dengan hipotesa data mining yang dimiliki. Data-data yang tidak relevan itu juga lebih baik dibuang. Pembersihan data juga akan mempengaruhi performansi dari teknik data mining karena data yang ditangani akan berkurang jumlah dan kompleksitasnya.[9]
- 2) Integrasi Data (*Data Integration*).  
Integrasi data merupakan penggabungan data dari berbagai *database* ke dalam satu *database* baru. Tidak jarang data yang diperlukan untuk *data mining* tidak hanya berasal dari satu *database* tetapi juga berasal dari beberapa *database* atau file teks. Integrasi data dilakukan pada atribut-atribut yang mengidentifikasi entitas-entitas yang unik seperti atribut nama, jenis produk, nomor pelanggan dan lainnya. Integrasi data perlu dilakukan secara cermat karena kesalahan pada integrasi data bisa menghasilkan hasil yang menyimpang dan bahkan menyesatkan pengambilan aksi nantinya. [5]
- 3) Transformasi Data (*Data Transformation*).  
Data diubah atau digabung ke dalam format yang sesuai untuk diproses dalam *data mining*. Beberapa metode *data mining* membutuhkan format data yang khusus sebelum bisa diaplikasikan. Sebagai contoh beberapa metode standar seperti analisis asosiasi dan *clustering* hanya bisa menerima input data kategorikal. Karenanya data berupa angka numerik yang berlanjut perlu dibagi-bagi menjadi beberapa interval. Proses ini sering disebut transformasi data. [13]
- 4) Proses *Mining*.  
Merupakan suatu proses utama saat metode diterapkan untuk menemukan pengetahuan berharga dan tersembunyi dari data. [19]
- 5) Evaluasi Pola (*Pattern Evaluation*).  
Untuk mengidentifikasi pola-pola menarik ke dalam *knowledge based* yang ditemukan. Dalam tahap ini hasil dari teknik *data mining* berupa pola-pola yang khas maupun model prediksi dievaluasi untuk menilai apakah hipotesa yang ada memang

tercapai. Bila ternyata hasil yang diperoleh tidak sesuai hipotesa ada beberapa alternatif yang dapat diambil seperti menjadikannya umpan balik untuk memperbaiki proses data mining, mencoba metode data mining lain yang lebih sesuai, atau menerima hasil ini sebagai suatu hasil yang di luar dugaan yang mungkin bermanfaat.

[17]

6) Presentasi Pengetahuan (*Knowledge Presentation*).

Merupakan visualisasi dan penyajian pengetahuan mengenai metode yang digunakan untuk memperoleh pengetahuan yang diperoleh pengguna. Tahap terakhir dari proses data mining adalah bagaimana memformulasikan keputusan atau aksi dari hasil analisis yang didapat. Ada kalanya hal ini harus melibatkan orang-orang yang tidak memahami *data mining*. Karenanya presentasi hasil *data mining* dalam bentuk pengetahuan yang bisa dipahami semua orang adalah satu tahapan yang diperlukan dalam proses *data mining*[5]. Fungsionalitas data mining adalah: Deskripsi kelas/deskripsi konsep dan diskriminasi, Analisis asosiasi, Klasifikasi dan prediksi, Analisis evolusi ,dan Analisis *cluster*[8].

## 2.7. Analisis Cluster

*Clustering* adalah pengelompokan dari *record*, observasi-observasi atau kasus-kasus ke kelas yang memiliki kemiripan objek-objeknya. *Cluster* adalah koleksi dari *record* yang mirip, dan tidak mirip dengan *record* dari *cluster* lain. *Clustering* berbeda dengan klasifikasi, dalam hal tidak ada variabel target untuk *clustering*. *Clustering* tidak mengklasifikasikan, meramalkan, atau memprediksi nilai dari sebuah variabel target. Algoritma-algoritma *clustering* digunakan untuk menentukan segmen keseluruhan himpunan data menjadi subgroup yang relatif sama atau *cluster*, dengan kesamaan *record* dalam *cluster* dimaksimumkan dan kesamaan *record* di luar *cluster* diminimumkan[13]. Secara umum metode utama *clustering* dapat diklasifikasikan menjadi kategori-kategori berikut [8]:

- 1) Metode partisi. Misalkan ada sebuah basis data berisi  $n$  objek. Metode partisi membangun  $k$  partisi pada basis data tersebut, dengan tiap partisi merepresentasikan *cluster* dan  $k \leq n$ . Partisi yang terbentuk harus memenuhi syarat yaitu setiap *cluster* harus berisi minimal satu objek dan setiap objek harus termasuk tepat satu *cluster*.
- 2) Metode hirarkhi, yaitu membuat sebuah dekomposisi berhirarki dari himpunan data (atau objek) menggunakan beberapa kriteria. Metode ini memiliki dua jenis pendekatan yaitu :



- Agglomerative, dimulai dengan titik-titik sebagai *cluster* individu. Pada setiap tahap dilakukan penggabungan setiap pasangan titik pada *cluster* sampai hanya satu titik (atau *cluster*) yang tertinggal.
  - Divisive, dimulai dengan satu *cluster* besar yang berisi semua titik data. Pada setiap langkah, dilakukan pemecahan sebuah *cluster* sampai setiap *cluster* berisi sebuah titik (atau terdapat k *cluster*).
- 3) Metode berdasarkan kepekatatan, merupakan pendekatan yang berdasarkan pada konektivitas dan fungsi kepadatan.
  - 4) Metode berdasarkan *grid*, merupakan pendekatan yang berdasarkan pada struktur *multiple-level granularity*.
  - 5) Metode berdasarkan model, yaitu: sebuah model yang dihipotesis untuk tiap *cluster* dan ide dasarnya adalah untuk menemukan model yang cocok untuk tiap *cluster*.

## 2.8. Self Organizing Maps (SOM)

Jaringan Kohonen diperkenalkan oleh Teuvo Kohonen seorang ilmuwan Finlandia pada tahun 1982[12]. Jaringan Kohonen memberikan sebuah tipe dari SOM; kelas khusus dari jaringan syaraf tiruan [13]. SOM merupakan metode berdasarkan model dari pendekatan jaringan syaraf tiruan [8].

- a) SOM adalah metode terkemuka pendekatan jaringan syaraf tiruan untuk *clustering*, setelah *competitive learning* [8]. SOM berbeda dengan *competitive learning* yaitu syaraf dalam satu lingkungan belajar untuk mengenali bagian lingkungan dari ruang *input*. SOM mengenali distribusi (seperti *competitive learning*) dan topologi dari vektor *input* yang melalui proses *training* [4]. SOM memperlihatkan tiga karakteristik: kompetisi yaitu setiap vektor bobot saling berlomba untuk menjadi simpul pemenang,
- b) kooperasi yaitu setiap simpul pemenang bekerjasama dengan lingkungannya, dan
- c) adaptasi yaitu perubahan simpul pemenang dan lingkungannya [13].

## 2.9. Validitas Cluster

Validasi *cluster* ialah prosedur yang mengevaluasi hasil analisis *cluster* secara kuantitatif dan objektif [9]. Terdapat tiga pendekatan untuk mengeksplorasi validitas *cluster*:

- a) kriteria eksternal, mengevaluasi hasil dari metode *clustering* berdasarkan pra-spesifikasi struktur yang diterima dari sebuah data yang mencerminkan intuisi pengguna tentang struktur *clustering* dari data,

- b) kriteria internal, mengevaluasi hasil *clustering* dalam konsep kuantitatif yang didapat dari data, dan
- c) kriteria relatif, membandingkan sebuah struktur *clustering* dengan struktur *clustering* yang lain yang didapatkan dari metode *clustering* yang sama tetapi nilai-nilai parameternya dimodifikasi [18].

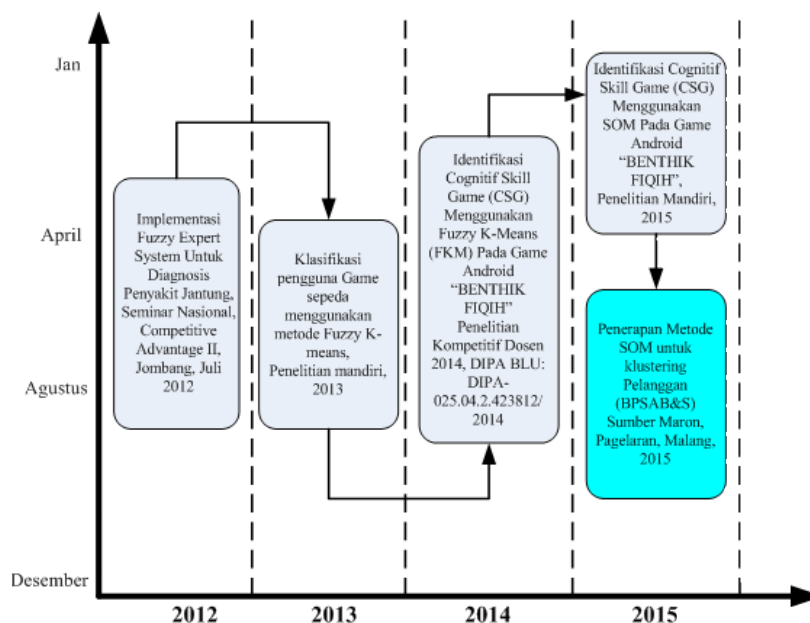
Untuk memilih skema *clustering* optimal, ada dua kriteria [18]:

- *Compactness*, yaitu anggota dari masing-masing *cluster* harus sedekat mungkin dengan yang lain, dan
- *Separation*, yaitu *cluster* harus terpisah secara luas dari *cluster* lain.

Indeks validitas digunakan sebagai metode validasi *cluster* untuk evaluasi kuantitatif dari hasil clustering[18]. Beberapa indeks yang biasa digunakan adalah: *Hubert Statistic*, Indeks Dun, Indeks *Davies-Bouldin*, *Root-mean-square standard deviation* (RMSSTD), dan *R-squared* (RS) [18].

### Road Map Penelitian

Peneliti mempunyai *road map* yang berkaitan dengan penelitian yang sedang diajukan, sejak tahun 2012 hingga awal tahun 2015 sebagaimana diperlihatkan dalam gambar 1 berikut ini. Dimana kotak biru merupakan konsentrasi peneliti saat ini.



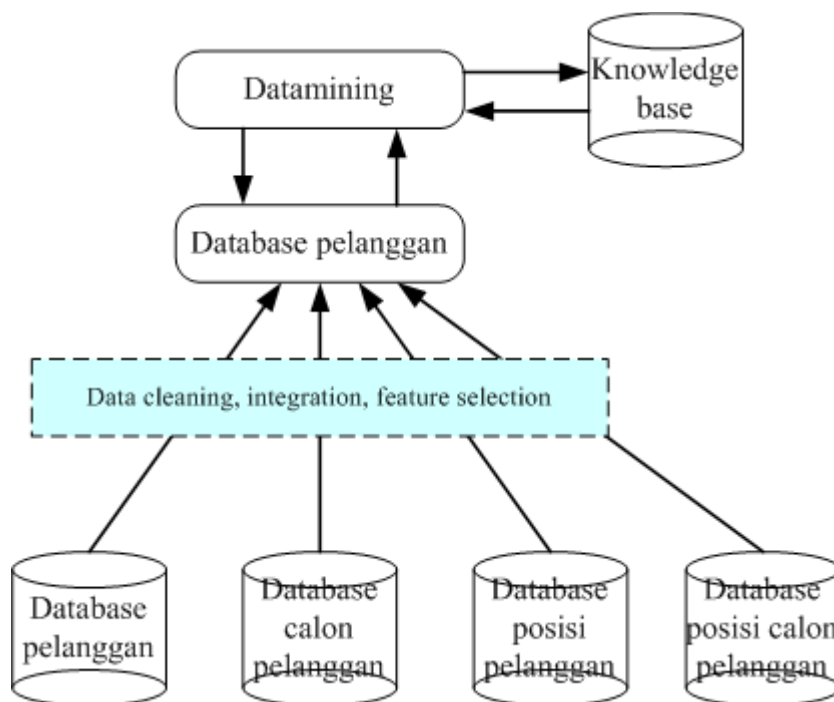
Gambar 4. Road Map Peneliti

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1. Metoda Yang Diusulkan

Dalam gambar 2, ditampilkan blok diagram yang akan dilakukan dalam penelitian ini :



Gambar 5. Blok diagram penelitian

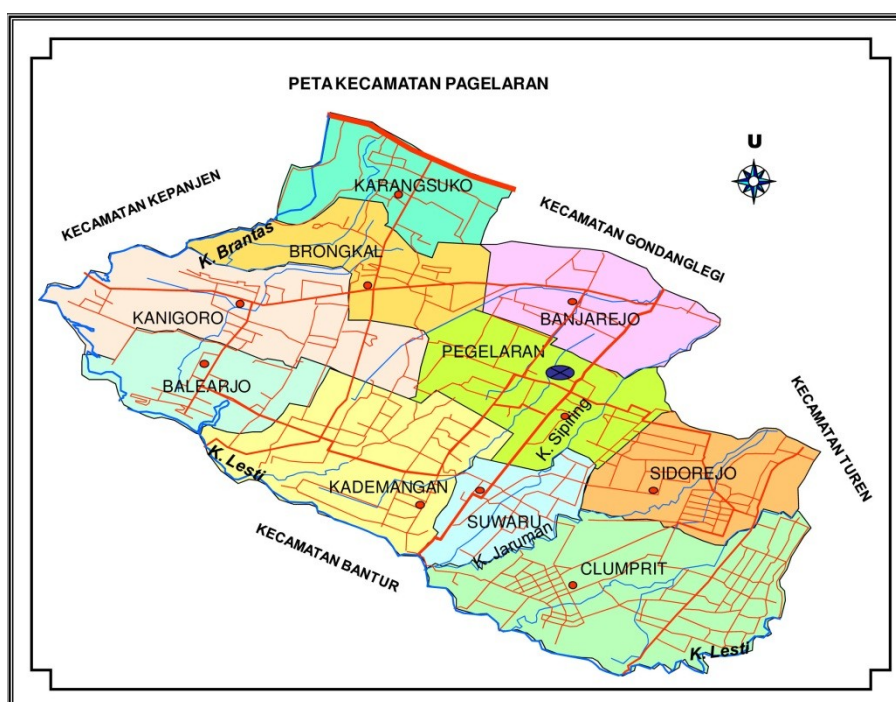
Dari gambar 2, tampak bahwa untuk menghasilkan *knowledge base*, diperlukan proses *data mining*, tentunya sebelum proses *data mining* dilakukan, diperlukan *data base* pelanggan yang sudah di-*cleaning*, di-integrasi dan sudah dipilih *feature* yang akan disimpan sebagai *database*. *Database* ini terdiri dari *database* pelanggan, calon pelanggan, posisi pelanggan dan posisi calon pelanggan.

#### 3.2. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian akan diadakan di Desa Karangsuko, Kecamatan Pagelaran, dengan jarak sekitar 27 km arah selatan dari pusat pemerintahan Kabupaten Malang. Dengan ketinggian rata-rata 374 meter diatas permukaan laut (dpl). Sebagian berupa bukit. Hutan hanya sedikit. Sebagian wilayah merupakan kebun, tegalan dan sedikit sawah. Suhu udara sedang cenderung sejuk, dengan temperatur udara 20 – 35 °C.

Batas desa, sebelah utara : desa Sukosari Kecamatan Gondanglegi; sebelah selatan : desa Brongkal Kecamatan Pagelaran; sebelah barat : desa Sukorejo Kecamatan Gondanglegi; sebelah timur : desa Gondanglegi Kulon Kecamatan Gondanglegi.

Luas desa Karangsuko : 399 Ha. Terdiri dari fasilitas umum : 3,25 Ha, pemukiman : 16,5 Ha, pertanian : 280 Ha, perkebunan dan lading tegalan : 80 Ha. Ciri geologis secara umum cocok untuk lahan pertanian dan perkebunan. Berdasarkan prosentase kesuburan tanah, dipetakan dengan : sangat subur : 120 Ha, subur : 160 Ha, sedang : 80 Ha, tidak subur : 20 Ha. Gambar 1. merupakan peta kecamatan pagelaran.



Gambar 6. Peta kecamatan Pagelaran

Kondisi pemenuhan kebutuhan air bersih sebelum didirikan Badan Pengelola Sarana Air Bersih & Sanitasi (BPSAB&S) Sumber Maron, masyarakat mengambil air dari mata air yang cukup jauh dari tempat tinggal. Namun sebagian besar masyarakat menggunakan air irigasi, akibatnya tingkat penyakit (diare dan kulit) tinggi, serta sering terjadi perkelahian karena masalah perebutan air saat musim kemarau.

Sumber Maron merupakan sebuah sumber air yang melewati Desa Karangsuko dan digunakan untuk pengairan sawah dan air bersih sekitar masyarakat Desa karangsuko. Saat ini yang sudah terpasang 1150 KK, namun masih ada 3903 KK di Desa Karangsuko, Desa Sukosari, Desa Panggungrejo, Desa Gondanglegi Kulon dan Perumahan Kanjuruhan yang belum terlayani air bersih, karena keterbatasan kapasitas pompa air dan jaringan air bersih. Berikut diperlihatkan kondisi lokasi penelitian.



Gambar 7. Kondisi sumber air di Sumber Maron





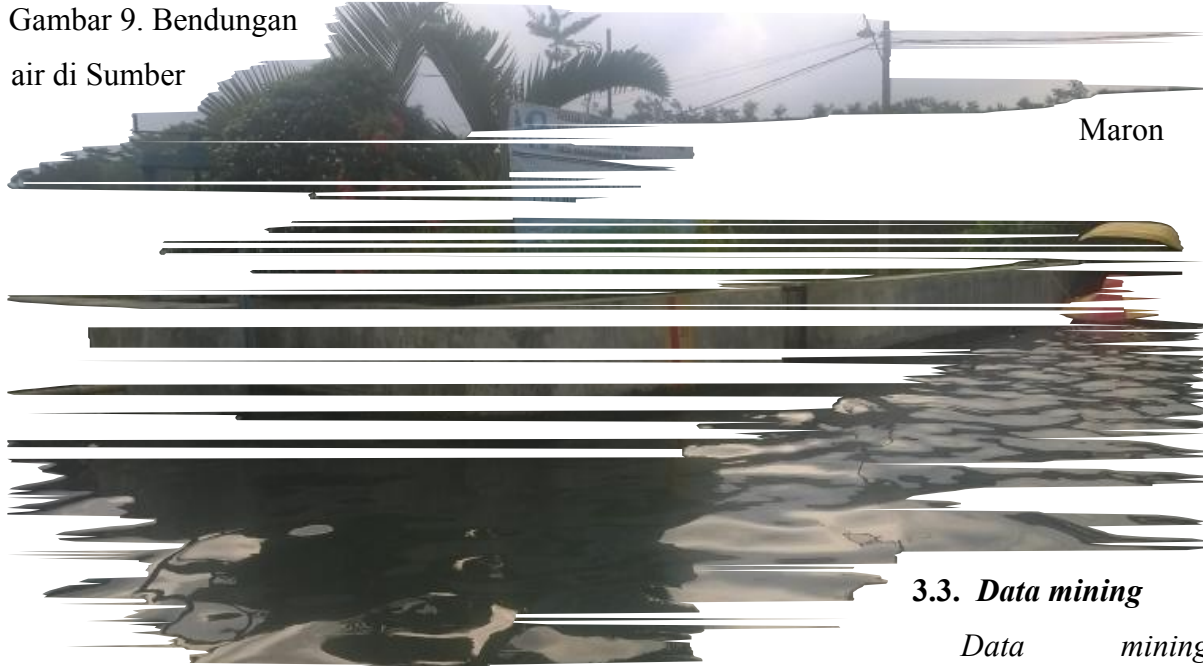
Gambar 8. Kantor (BPSAB&S) Sumber Maron, Desa Karangsuko



Gambar 4. Sumber air di Sumber Maron



Gambar 9. Bendungan  
air di Sumber



### 3.3. *Data mining*

*Data mining* merupakan salah satu cara untuk menemukan informasi yang terkandung pada suatu data (*knowledge discovery*). Teknik *Data mining* dikembangkan untuk mencari pola yang mungkin dapat digunakan pada *database* yang berskala besar[6]. Selain itu dengan *data mining* juga memungkinkan untuk melakukan prediksi yang akan datang berdasarkan hasil observasi, seperti prediksi kapan pengunjung akan menghabiskan uangnya pada sebuah *department store*. Pang Ning Tan menyebutkan bahwa *data mining* merupakan bagian penting dari proses dalam *Knowledge Discovery from Data*(KDD). Proses dalam KDD terdiri dari beberapa langkah, yaitu *data preprocessing*, *data mining*, *pattern evaluation* dan *knowledge presentation*. [15]

Terdapat dua tujuan utama dari *data mining* pada kenyataan selalu berhubungan dengan prediksi dan deskripsi[15]. Tujuan dari prediksi dan deskripsi dapat dicapai dengan beberapa metode *data mining*, namun untuk penelitian ini penulis menggunakan metode klustering yaitu mengelompokkan sekumpulan data dengan mengetahui variabel-variabel yang memiliki kesamaan. Variabel tersebut bisa saling *mutual exclusive* dan saling representatif

### 3.4. Algoritma

#### 3.4.1. *Self Organizing Map*

*Self-organizing map* (SOM) atau yang disebut juga sebagai Kohonen *Neural Network* merupakan salah satu metode untuk melakukan visualisasi dan analisis untuk high

dimensional data untuk klustering, *dimensionality reduction*, klasifikasi, *sampling vector quantization* dan *data mining*[5]. Teknik ini pertama kali dikenalkan oleh Teuvo Kohonen (1995), ide dasar teknik diilhami dari bagaimana proses otak manusia menyimpan gambar/pola yang telah dikenali melalui mata, kemudian mampu mengungkapkan kembali gambar/pola tersebut.

Dasar algoritma SOM dapat di deskripsikan sebagai berikut [6] :

1. *Initialize the centroids*
2. *Repeat :*
3. *Select next object*
4. *Determine the closest centroid to the object*
5. *Update this centroid and the centroids that are close i.e. In a specified neighborhood.*
6. *Until The centroid don't change much or a threshold is exceeded*
7. *Assign each object to its closest centroid and return the centroids and clusters*

### 3.4.2. K-Means

K-Means merupakan salah satu metode klustering yang sering sekali digunakan. Pertama-tama kita memilih K (merupakan *initial* dari *centroid*). Untuk menentukan *centroid* dapat kita ambil *point* secara *random*. Setiap *point* yang berada pada sekitar *centroid* akan membentuk sebuah kumpulan baru yang dinamakan klaster, Lakukan hal tersebut berulang kali sampai tidak terdapat perubahan pada *point* klaster ataupun pada *centroid*.

Berikut ini merupakan dasar algoritma dari K-Means

1. *Basic K-means algorithm*
2. *Select K points as centroid*
3. *repeat*
4. *Form K clusters by assigning each point to its closest centroid*
5. *Recomputed the centroid of each cluster until Centroid don't change*

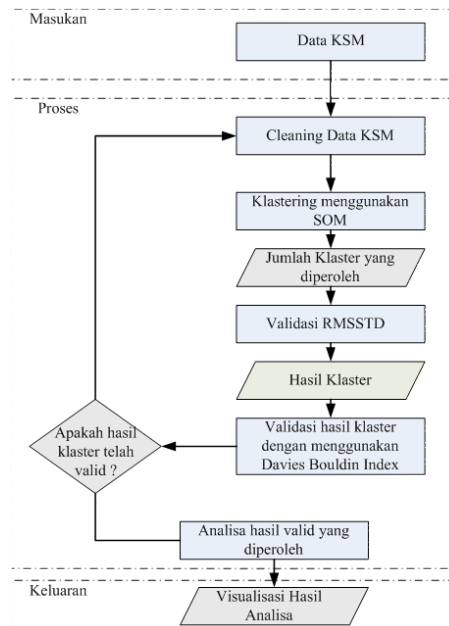
### 3.4.3. Metode Pengerjaan algoritma

Pengerjaan data KSM dapat dilihat pada gambar 1. Berikut ini merupakan urutan pengerjaan penelitian.

- a) Melakukan pemilihan variabel dari data yang digunakan, kemudian dilakukan pembersihan data untuk mengurangi redundansi data.
- b) Kemudaiian ubah bentuk data ke dalam data numerik, untuk memudahkan dalam proses perhitungan matrix yang akan digunakan pada algoritma SOM dan K-Means
- c) Melakukan klustering data menggunakan algoritma SOM.
- d) Hasil jumlah klaster pada SOM akan digunakan untuk menentukan jumlah *centroid* pada algoritma K-Means. Dengan menggunakan data KSM dan akan

memperoleh hasil kluster. Dari hasil kluster tersebut akan dilakukan validasi dan perbandingan dengan menggunakan metode algoritma SOM saja dan K-Means saja.

- e) Apabila hasil valid dan memiliki nilai yang lebih kecil dari metode algoritma lain maka dilanjutkan dengan melakukan analisa hasil kluster, namun apabila masih belum maka akan kembali dilakukan pemilihan dan pembersihan data.



Gambar 10. Flow chart algoritma Self Organizing Map

### 3.4.4. Evaluasi dari hasil kluster

#### 3.4.4.1. RMSSTD (Root Mean Square Standart Deviation)

RMSSTD merupakan variansi dari sebuah kluster, ukuran RMSSTD menunjukan homogenitas isi dari sebuah kluster pada group yang homogen. Nilai yang lebih kecil menunjukan kluster yang lebih baik.

$$RMSSTD = \sqrt{\frac{\sum_{j=1 \dots d} \sum_{i=1 \dots n_c} n_{ij} (x_k - \bar{x}_j)^2}{\sum_{j=1 \dots d} (i-1)}} \quad (1)$$

#### 3.4.4.2. Davie- Bouldin Index

*Davies-Bouldin Index* didapatkan berdasarkan kemiripan dari klaster ( $R_{ij}$ ) yang mana merupakan ukuran dispersi dari klaster ( $s_i$ ) dan ketidakmiripan ukuran ( $d_{ij}$ ).

- $R_{ij} \geq 0$
- $R_{ij} = R_{ji}$
- if  $s_i = 0$  and  $s_j = 0$  then  $R_{ij} = 0$
- if  $s_j > s_k$  and  $d_{ij} = d_{ik}$  then  $R_{ij} > R_{ik}$
- if  $s_j = s_k$  and  $d_{ij} < d_{ik}$  then  $R_{ij} > R_{ik}$

biasanya nilai  $R_{ij}$  ditentukan dengan menggunakan cara berikut :

$$R_{ij} = \frac{s_i + s_j}{d_{ij}} \quad (2)$$

$$d_{ij} = d(v_i, v_j), s_i = \frac{1}{|c_j|} \sum_{x \in c_j} d(x, v_i) \quad (3)$$

Kemudian *Davies-Bouldin Index* didefinisikan sebagai berikut :

$$DBI = \frac{1}{n_c} \sum_{i=1}^{n_c} R_i, \text{ dimana} \quad (4)$$

$$R_i = \max_{j=1 \dots n_c, i \neq j} (R_{ij}), i = 1 \dots n_c$$

### 3.4.4.3. Sum Square Error (SSE)

*Sum Square Error* merupakan jumlah kuadrat perbedaan antara observasi dengan rata-rata perklaster. Hal ini dapat digunakan sebagai ukuran variasi dalam sebuah klaster. Jika semua kasus dalam sebuah klaster adalah identik maka nilai dari SSE-nya sama dengan 0

$$SSE = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (5)$$

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini membahas tentang pengujian dan pembahasan terhadap hasil yang diperoleh setelah pengolahan data mentah adalah sebagai berikut :

#### 4.1. Indeks *Davies Bouldin* (DBI)

Pengamatan terhadap DBI dilakukan untuk mengukur validitas dari hasil clustering. Parameter penurunan *learning rate* (PLR) dari *learning rate* (LR) akan berpengaruh terhadap DBI mulai pada iterasi 2. Hal ini bisa dilihat dengan PLR yang berbeda pada iterasi 1 akan menghasilkan DBI yang sama. DBI terbaik untuk masing-masing ukuran *output*/vektor bobot dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Indeks Davies-Bouldin terbaik untuk tiap ukuran *output*.

Ukuran Output	LR	PLR	ITERASI	DBI
3	0.9	-	1	209.285
4	0.1	0.5	5	353.452
5	0.5	-	1	202.856
6	0.5	0.1	5	164.302
7	0.5	0.9	10	113.370
8	0.1	-	1	87.917
9	0.9	0.1	5	53.472
10	0.1	0.9	5	79.74

#### 4.2. DBI Terbaik

Dari hasil penelitian, Indeks Davies-Bouldin terbaik dihasilkan dengan parameter awal: ukuran *output* 9, LR 0.9, PLR 0.1, dan 5 iterasi, yang menghasilkan DBI 53.472 (Tabel 8). Banyaknya data masing-masing *cluster* dengan ukuran *output* 9 dapat dilihat pada Tabel 9 (penomoran *cluster* tidak menunjukkan tingkatan). Rataan dan *centroid* masing-masing *Cluster* dengan ukuran *output* 9 dapat dilihat pada Tabel 10 dan Tabel 11.

Tabel 9 Banyak anggota masing-masing cluster dengan ukuran output 9.

Cluster ke-	Banyak anggota	Persentase banyak anggota
-------------	----------------	---------------------------

1	188	9.90
2	284	14.96
3	197	10.37
4	212	11.16
5	199	10.48
6	243	12.80
7	272	14.32
8	189	9.95
9	115	6.6

Tabel 10 *Centroid* masing-masing *cluster* dengan ukuran *output* 9.

Cluster ke-	Centroid			
	Var-1	Var-2	Var-3	Var-4
1	69.62	69.76	65.20	66.34
2	68.49	67.43	68.89	69.51
3	83.39	80.48	81.34	79.50
4	74.15	76.03	74.74	71.52
5	74.77	68.84	76.28	76.33
6	77.12	70.97	70.43	75.55
7	75.84	67.27	69.41	66.65
8	73.38	68.79	76.81	68.22
9	73.18	77.11	79.35	82.17

Var-1 : pelanggan air bersih

Var-2 : ke-aktif-an membayar

Var-3 : ketekunan merawat instalasi air bersih

Var-4 : kemauan merawat instalasi air bersih

Tabel 11 Rataan nilai mata ajaran masing-masing *cluster* dengan ukuran *output* 9.

Cluster ke-	Rataan				
	Var-1	Var-2	Var-3	Var-4	Rataan
3	83.31	80.37	81.13	79.66	81.12
9	73.33	76.86	78.61	81.20	77.50
5	74.99	68.83	76.57	76.26	74.16
4	74.11	75.87	74.61	71.73	74.08
6	76.28	70.74	69.92	75.41	73.09
8	73.47	68.82	76.94	68.42	71.91
7	76.12	67.44	69.68	66.94	70.04
2	68.60	67.39	68.88	69.50	68.59
1	69.78	69.88	65.46	66.60	67.93
Rataan	74.44	71.80	73.53	72.86	73.16

Var-1 : pelanggan air bersih

Var-2 : ke-aktif-an membayar

Var-3 : ketekunan merawat instalasi air bersih

Var-4 : kemauan merawat instalasi air bersih

#### 4.3. Deskripsi *Clustering* Terbaik

*Cluster* 3 yang memiliki 10.37% dari data (Tabel 9), adalah *cluster* yang memiliki rataan Var-1, Var-2, Var-3, dan Var-4 tertinggi (Tabel 11). Namun *Cluster* 3 bukan *cluster*



yang memiliki nilai yang terbaik untuk seluruh atribut, peringkat ke dua untuk nilai Var-4 (Tabel 12).

Tabel 12 Urutan *cluster* berdasarkan nilai

Peringkat	Cluster ke-			
	Var-1	Var-2	Var-3	Var-4
1	3	3	3	9
2	6	9	9	3
3	7	4	8	5
4	5	6	5	6
5	4	1	4	4
6	8	5	6	2
7	9	8	7	8
8	1	7	2	7
9	2	2	1	1

Var-1 : pelanggan air bersih

Var-2 : ke-aktif-an membayar

Var-3 : ketekunan merawat instalasi air bersih

Var-4 : kemauan merawat instalasi air bersih

*Cluster* 9 yang memiliki 6.06% dari data (Tabel 9), menduduki peringkat ke dua dari rata-rata secara keseluruhan (Tabel 11). *Cluster* 9 memiliki nilai Var-4 tertinggi, namun hanya menduduki peringkat ke dua dari nilai Var-2 dan Var-3, bahkan ke tujuh untuk nilai Var-1 (Tabel 12). *Cluster* 9 memiliki kemampuan yang cukup kuat untuk nilai Var-4, Var-2, dan Var-3, namun lemah di Var-1.

*Cluster* 5 (10.48% dari data) adalah *cluster* yang menduduki peringkat ke tiga dari rata-rata (Tabel 9 dan Tabel 11). *Cluster* 5 menduduki peringkat ke tiga untuk nilai Var-4, peringkat ke 4 untuk nilai Var-1 dan Var-3, dan peringkat ke 6 untuk nilai Var-2 (Tabel 12). *Cluster* 5 memiliki kelemahan di nilai Var-2. Nilai Var-2 *Cluster* 5 di bawah rata-rata, yaitu 68.83% dari rata-rata 71.80% (Tabel 11).

*Cluster* 4 (11.16% dari data) adalah *Cluster* yang menduduki peringkat ke empat dari rata-rata keseluruhan (Tabel 9 dan Tabel 11). *Cluster* 4 memiliki kelebihan di nilai Var-2 (menduduki peringkat ke 3), sedangkan untuk nilai Var-1, Var-3, dan Var-4, *Cluster* 4 menduduki peringkat ke lima (Tabel 12).

*Cluster 6* menempati peringkat ke 5 untuk rata-rata keseluruhan (Tabel 11), memiliki anggota terbanyak ke 2 dari data yaitu 12% (Tabel 9). *Cluster 6* memiliki kemampuan lebih di bidang Var-1 dengan peringkat ke dua untuk nilai Var-1 (Tabel 12). Nilai Var-2 dan Var-4. *Cluster 6* menduduki peringkat ke empat, sedangkan nilai Var-3 menduduki peringkat ke enam (Tabel 12).

*Cluster 8* yang menduduki peringkat ke enam memiliki 9.95% dari data (Tabel 9 dan Tabel 11). *Cluster 8* menduduki peringkat ke 3 untuk nilai Var-3 (Tabel 12). *Cluster 8* memiliki kemampuan yang kurang di bidang Var-1, Var-2, dan Var-4 dengan masing-masing peringkat ke 6, 7, dan 7 (Tabel 12). Secara keseluruhan, rata-rata nilai Var-1, Var-2, Var-3, dan Var-4. *Cluster 8* berada di bawah rata-rata (71.91 dari rata-rata 73.16), Tabel 11.

*Cluster 7, 2, dan 1* merupakan 3 *cluster* dengan rata-rata nilai di bawah rata-rata keseluruhan. *Cluster 7* menduduki peringkat ke tiga untuk nilai Var-1 (Tabel 12), namun nilai yang lainnya di bawah rata-rata.

#### 4.4. Kelompok Pelanggan

Secara keseluruhan dari semua *cluster*, bisa kita lihat bahwa pelanggan dari Kelompok Pelanggan 9-12 (1) paling banyak di *Cluster 3*, dan semakin menurun mengikuti turunnya rata-rata *cluster* (Tabel 13). Demikian juga dengan pelamar yang berasal dari Kelompok Pelanggan 4,5,8 (5) dan Kelompok Pelanggan 15,16 (7)(Tabel 13).

Tabel 13 Persentase kelompok pelanggan dalam setiap *cluster*

Cluster ke-	Kelompok Pelanggan						
	1	3	5	6	7	8	9
3	45.18	46.1	3.0	0.0	4.57	1.0	0.00
		9	5	0		2	
9	28.70	69.5	1.7	0.0	0.00	0.0	0.00
		7	4	0		0	
5	21.61	76.8	0.5	1.0	0.00	0.0	0.00
		8	0	1		0	
4	17.92	79.7	0.9	0.4	0.47	0.4	0.00
		2	4	7		7	
6	18.11	78.1	2.0	0.8	0.82	0.0	0.00
		9	6	2		0	
8	14.29	81.4	2.1	1.5	0.00	0.5	0.00
		8	2	9		3	
7	10.66	86.0	0.3	1.4	0.74	0.7	0.00
		3	7	7		4	
2	13.73	84.5	0.0	1.0	0.35	0.0	0.00

		1	0	6		0	
1	11.70	87.2	0.5	0.5	0.00	0.0	0.00
		3	3	3		0	
n	19.17	77.6	1.1	0.8	0.7	0.32	0.05
		7	6	4	9		

Keterangan: n= data keseluruhan.

Kelompok Pelanggan 9-12 memiliki persentase yang lebih besar dari persentase dia sendiri secara keseluruhan di *Cluster 3*, *Cluster 9*, dan *Cluster 5* (Tabel 13). Hal ini menunjukkan bahwa, pelamar dari Kelompok Pelanggan 9-12 banyak berada pada *cluster* yang memiliki rataan lebih tinggi.

Mayoritas anggota dari data berasal dari Kelompok Pelanggan 1,2,3,6,7 (3) sebesar 77.67% (Tabel 13), dengan persentase terkecil di *Cluster 9*. Secara keseluruhan persentase pelamar dari Kelompok Pelanggan 1,2,3,6,7 semakin meningkat mengikuti turunnya rataan *cluster* (Tabel 13). Terlihat bahwa pelamar yang berasal dari Kelompok Pelanggan 1,2,3,6,7 banyak berada di cluster yang memiliki rataan lebih rendah (*Cluster 4*, *Cluster 6*, *Cluster 8*, *Cluster 7*, *Cluster 2*, dan *Cluster 1*) (Tabel 13).

Persentase pelamar yang diterima menunjukkan penurunan sebanding dengan penurunan nilai rataan *cluster*. Hal ini berlaku untuk daerah asal Kelompok Pelanggan 9-12, Kelompok Pelanggan 1,2,3,6,7, dan Kelompok Pelanggan 4,5,8 (Tabel 14). Untuk pelamar dengan daerah asal Kelompok Pelanggan 13,14, Kelompok Pelanggan 15,16, Kelompok Pelanggan 17-20, hanya diterima untuk satu *cluster* tertentu (Tabel 14). Secara keseluruhan, pelamar yang terbanyak diterima adalah yang berasal dari Kelompok Pelanggan 1,2,3,6,7 yaitu sebesar 80.43%, bahkan seluruh pelamar *Cluster 1* berasal dari Kelompok Pelanggan 1,2,3,6,7 (Tabel 14).

Tabel 14 Persentase Kelompok Pelanggan dengan tingkat keperdulian

<i>Cluster</i> ke-	Kelompok Pelanggan						
	1	3	5	6	7	8	9
3	54.12	14.60	66.6	0	100	100	0
			7				
9	17.65	11.68	16.6	0	0	0	0
			7				
5	10.59	15.09	0	0	0	0	0
4	3.53	16.30	0	0	0	0	0
6	5.88	16.30	0	0	0	0	0
8	5.88	9.49	16.6	0	0	0	0
			7				
7	2.35	9.49	0	100	0	0	0
2	0	4.87	0	0	0	0	100
1	0	2.19	0	0	0	0	0

n	16.63	80.4	1.17	0.20	1.1	0.20	0.20
		3			7		

Keterangan: n= data keseluruhan.



Gambar 11 Pemetaan *cluster* kelompok pelanggan

## Bab V Penutup

### 5.1. Kesimpulan

Dari hasil percobaan ditemukan bahwa *clustering* terhadap data yang memiliki DBI minimal adalah ukuran *Output* 9 dengan *learning rate* 0.9, penurunan *learning rate* 0.1, dan 5 iterasi yang menghasilkan DBI 53.472.

Pelanggan dengan perilaku yang peduli dengan keberlangsungan badan pengelola sarana air bersih & sanitasi (BPSAB&S) Sumber Maron, Desa Karangsuko, Kecamatan Pagelaran, Malang banyak berada pada cluster yang memiliki rata-rata lebih tinggi (*Cluster* 3, *Cluster* 9, dan *Cluster* 5, dengan rata-rata pelanggan air bersih, ke-aktif-an membayar, ketekunan merawat instalasi air bersih, dan kemauan merawat instalasi air bersih dari masing-masing *Cluster* (81.12, 77.50, dan 74.16). Kelompok Pelanggan 1,2,3,6 dan 7 banyak berada di *Cluster* yang memiliki rata-rata lebih rendah (*Cluster* 4, *Cluster* 6, *Cluster* 8, *Cluster* 7, *Cluster* 2, dan *Cluster* 1, dengan rata-rata masing-masing 74.08, 73.09, 71.91, 70.04, 68.59, dan 67.93). Pelanggan dengan perilaku yang acuh terhadap keberlangsungan badan pengelola sarana air bersih & sanitasi (BPSAB&S) Sumber

Maron, Desa Karangsono, Kecamatan Pagelaran, Malang hanya berada di *Cluster* 2 dengan rata-rata 68.59.

## 5.2. Saran

Penelitian selanjutnya dapat difokuskan untuk optimasi kombinasi nilai-nilai parameter algoritma SOM untuk memperoleh hasil yang optimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]Brockett, Patrick L. et al (1998). Using Kohonen's Self Organizing Feature Map to Uncover Automobily Bodily Injury Claim Fraud. The Journal of Risk and Insurance, 1998, Vol. 65, No. 2.
- [2]Budi, G.S. dkk (2008). Cluster Analisis untuk Memprediksi Talenta Pemain Basket Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Self organizing Maps (SOM). Jurnal Informatika Vol. 9, No.1, Mei 2008.
- [3]da Silva, Patric F. and Notargiacomo Mustaro (2009). Clustering of Learning Object with Self Organizing Maps. 39<sup>th</sup> ASEE/IEEE Frontier in Educational Conference, October 18 – 21 2009 San Antonio.
- [4]Demuth H, Beale M. 2003. Neural Network Toolbox For Use with MATLAB®. USA: The MathWorks, Inc.
- [5]Denig, Stephen J. (2004). Multiple Intelligences and Learning Styles : Two Complimentary Dimensions. Teachers College Record Vol. 106, No. 1, January 2004, Colombia University.
- [6]Everitt, B.S. (1993). Cluster Analysis. Third Edition. Halsted Press an Imprint of John Wiley and Sons Inc. New York.
- [7]Gopalakrishnan, K. et al (2008). Enhanced Cluster Analysis and Visualization using Kohonen's Self - Organizing Feature Map Network. International Journal of Computational Intelligence 4;1 2008.
- [8]Han J, Kamber M. 2001. Data mining: Concepts and Techniques. USA: Academic Press.
- [9]Jain AK, Dubes RC. 1988. Algorithms for Clustering Data. New Jersey: Prentice Hall Inc.
- [10]Kahira, Ulfa, 2012, Integrasi Self Organizing Maps dan Algoritma K-Means Untuk Clustering Data Ketahanan Pangan Kabupaten di Wilayah Provinsi Bali, Kelompok Pelanggan 4,5,8 Timur, dan Kelompok Pelanggan 4,5,8 Barat. Institut Pertanian Bogor.

- [11]Kaski S. 1997. Data Exploration Using Self organizing maps [tesis]. Finlandia: Laboratory of Computer and Information Science, Department of Computer Science and Engineering, Helsinki University of Technology.
- [12]Kohonen, Teuvo. (1990). The Self-Organizing Map. Proceeding of IEEE, Vol 78, No 9, September 1990.
- [13]Larose DT. 2004. Discovering Knowledge in Data: An Introduction to Data mining. USA: John Wiley&Sons Inc.
- [14]Laurence F. 1994. Fundamentals of Neural Networks. New Jersey: Prentice Hall Inc.
- [15]Mahonen, P.H dan P.J Hakala (1995). Automated Source Classification Using Kohonen Network. The Astrophysical Journal Letters Vol.452, No. 1.
- [16]Riyandwayana, Ananda dkk, 2012, Pengembangan Sistem Rekomendasi Peminjaman Buku Berbasis Web Menggunakan Metode Self Organizing Maps Clustering Pada Badan Perpustakaan Dan Kearsipan (BAPERSIP) Provinsi Kelompok Pelanggan 1,2,3,6,7 Timur. Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.
- [17]Riyanti EF. 2005. Pengembangan Aplikasi Data Mining Menggunakan Metode Induksi Berorientasi Atribut (Studi Kasus: Data PPMB IPB) [skripsi]. Bogor: Departemen Ilmu Komputer, FMIPA-IPB.
- [18]Salazar GEJ, Veles AC, Parra MCM, Ortega LO. 2002. A Cluster Validity Index for Comparing Non-hierarchical Clustering Methods.
- [19]Tan PN, Steinbach M, Kumar V. 2004. Introduction to Data Mining.
- [20]Wisnujati I. 2006. Pembentukan Sistem Inferensi Fuzzy Mamdani dengan Fuzzy C- Means untuk Data Mahasiswa Baru IPB Tahun 2000-2004 [skripsi]. Bogor: Departemen Ilmu Komputer, FMIPA-IPB.
- [21]Warsito, B. dkk (2008). Clustering Data Pencemaran Udara Sektor Industri di Kelompok Pelanggan 1,2,3,6,7 Tengah dengan Kohonen neural Network. Jurnal PRESIPITASI Vol. 4, No 1 Maret 2000.

## REKAPITULASI BELANJA BAHAN PENELITIAN

Nama : Fresy Nugroho M.T  
 NIP : 19710722 201101 1 001  
 Judul Penelitian : Penerapan Metode SOM untuk Klustering Pelanggan Badan Pengelola Sarana Air Bersih & Sanitasi (BPSAB&S) Sumber Maron, Desa Karangsuko, Kecamatan Pagelaran, Malang  
 Jurusan : Teknik Informatika

No	Tanggal	Nama Bahan	Jml	Harga(Rp)	Harga Total(Rp)
1	09 Juni'15	Kertas paperline Folio 80 gram	5 Rim	35.000	175.000
2		Kertas paperline A4 80 gram	10 Rim	33.000	330.000
3		Tinta Botol E-Print	2 Buah	53.000	106.000
4		Kertas Glossy Folio	4 Pack	37.000	148.000
5		Sticky Note	5 Buah	7.300	36.500
6		Balpoint	10 Buah	8.000	80.000
7	24 Juni'15	Catride Epson Black ink	3 Buah	210.000	630.000
8		Catride Epson Color ink	1 Buah	260.000	260.000
9	15 Juli'15	Tinta Warna Data Print	7 Buah	46.000	322.000

10		Flashdisk HP 32 GB	2 Buah	230.000	460.000
11	05 Agt'15	DVD RW GT-Pro Plus	1 Pack	255.000	255.000
12		Tempat DVD	30 Buah	11.000	330.000
13		Fotocopy Laporan	500 Lbr	250	125.000
14		Jilid Langsung	5 Unit	5.000	25.000
15		Fotocopy Buku	550 Lbr	250	137.500
16		Jilid Hardcover Berwarna	2 Unit	40.000	80.000
Sub Total					3.500.000